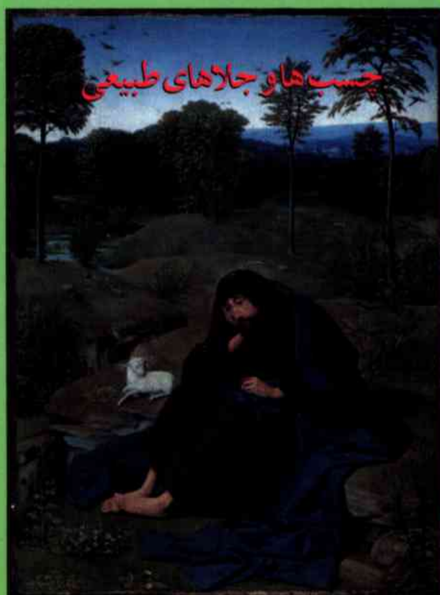
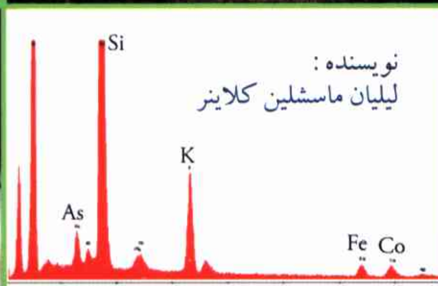
چاپ سوّم

خواص مواد برای هنرمندان

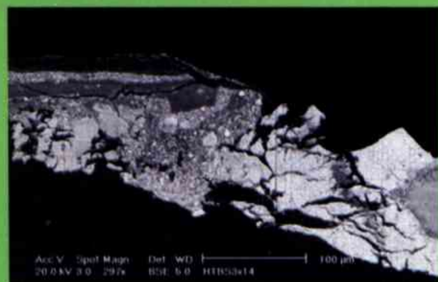


سریشم چیست؟ / سریش چیست؟ / بَست آبرنگ کدام است؟ / تمپرای تخم مرغی چیست؟ / زَهره گاو چه خاصیتی دارد؟ / سندروس... / سندروس بلوری... / موم... / تکنیک رنگ روغن... / بستِ روغنی ...





نویسنده :
لیلیان ماسشلین کلاینر



مترجم: حمید فرهمند بروجنی
عضو هیأت علمی دانشگاه هنر اصفهان

به نام خدا

لیلیان ماسشلین کلاینر

خواص مواد برای هنرمندان

چسب ها و جلاهای طبیعی

مترجم:

حمید فرهمند بروجنی

عضو هیأت علمی دانشگاه هنر اصفهان

۱۳۸۸ هجری شمسی

سرشناسه: ماسشلین -کلاینر، لیلیان

عنوان و نام پدیدآور: خواص مواد برای هنرمندان: چسبها و جلدهای طبیعی/ لیلیان ام - کلینر؛ ترجمه حمید فرهمند بروجنی

مشخصات نشر: اصفهان:گلدسته، ۱۳۸۸.   مشخصات ظاهری: ۱۳۲ ص. مصور، جدول، نمودار

شابک: ۹-۰۱-۵۰۸۳-۶۰۰-۹۷۸   ۱۷۰۰۰ریال

وضعیت فهرست نویسی: فهرست نویسی قبلی

یادداشت: این کتاب قبلاً تحت عنوان "چسب ها و جلاهای طبیعی" نیز منتشر شده است

یادداشت: فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیپا.   یادداشت: کتابنامه: ص. ۱۱۰-۱۳۲

عنوان دیگر: چسب ها و جلاهای طبیعی   موضوع: چسب ها

شناسه افزوده: فرهمند بروجنی، حمید، ۱۳۴۸ - ، مترجم

رده بندی کنگره: ۱۳۸۰ ۵ چ۲م/۹۶۸ TP   رده بندی دیویی: ۳/۶۶۸   شماره کتابشناسی ملّی: ۱۳۷۷۴-۸۰م

خواص مواد برای هنرمندان: چسب ها و جلاهای طبیعی

چاپ اوّل ۱۳۷۸ / چاپ دوّم ۱۳۸۵ / چاپ سوّم ۱۳۸۸/ شمارگان ۲۰۰۰ نسخه

نویسنده: لیلیان ماسشلین کلاینر

مترجم: حمید فرهمند بروجنی

اصفهان: انتشارات گلدسته / چاپ و لیتوگرافی: اصفهان / صحافی: توحید /

پخش در سراسر ایران : ۱۳۷۸-۲۰۲-۰۹۱۳

قیمت: ۱۷۰۰ تومان

فهرست مطالب:

فصل دوّم: تشریح مواد لایه ساز طبیعی

مقدمه ناشر بر چاپ سوّم

"به نام خداوند عشق و طلب   همان کو بود عاشقی را سبب"

فعالیت در عرصه ی فرهنگ، بویژه در حوزه ی آموزش و پژوهش فعالیتی مقدس و با برکت است که پایداری در آن، اوّل نیازمند لطف پروردگار و دوّم، نیازمند عشق و علاقه ی وافر به خدمت فرهنگی ست. جز این باشد نویسنده و شاعر و مترجم و ... همه پا را واپس می نهندا

تأسف می خوریم که برای بار دوّم وقفه یی در ارائه ی این اثر رخ داد، امّا، امیدواریم که هنرمندان و فرهیختگان گرانمایه، همچون گذشته با عنایت ویژه ی خود ما دلگرمتر از پیش سازند.

لازم به شرح فراوان نیست که این کتاب دربرگیرنده ی بسیاری از پرسش های رایج درباره ی خواص مواد و مصالح مصرفی در کارهای هنری ست. بیقین، هر هنرمندی که حتا یک بار مطالب کتاب را بخواند از تأثیر شگرف آن بر گزینش خردمندانه ی مواد و تکنیک ها، یا اصلاح و بهینه سازی روش ها به وجد خواهد آمد.

در آخر، امیدواریم باز هم بتوانیم با تشویق و حمایت خوانندگان عزیزِ کتا ب هایی از این دست، در این عرصه دوام آورده، هر بار تحفه ی تازه تری پیشکش محضرشان بداریم.

والسلام

بهار ۱۳۸۸

مقدمهٔ مؤلف

کلیهٔ موادی که به عنوان چسب، جلا و بست به کار برده می‌شوند همگی مواد لایه‌سازاند. این مواد مایعات سیالی هستند که قابلیت تبدیل شدن به یک پوسته جامد به نام **فیلم**، هنگام اضافه شدن بر روی سطح موادی که پایه یا بنیاد نامیده می‌شوند، را دارند (۱).

بدون شک قدمت استفاده از این مواد به اندازه قدمت خود بشر است. با این حال تاریخ دقیق کشف چنین موادی کاملاً مشخص نیست. مقاله‌های فنی قدیمی نیز خیلی نادر و ترجمه آنها کاری مشکل است. عناوین به کار برده شده برای مواد مبهم است و گاهی معنای خود را در طول زمان از دست داده است. در ضمن فهرست کامل این مواد در سالِ ۱۹۶۹ به وسیلهٔ ***اس. ام. الکساندر***[1] منتشر شده است (۲).

با اینکه روشهای پیشرفتهٔ تجزیهٔ مواد به تدریج اطلاعات بیشتری دربارهٔ تکنیکهای قدیمی در اختیار قرار می‌دهد، هنوز هم پرسش‌های زیادی بی‌جواب مانده است. برای مثال، در چه تاریخی برای اولین بار نقاشان از رنگ روغن استفاده کردند؟ (۳ و ۴)، بستِ معروف نقاشیهای فلاندر چه ترکیبی داشت؟ (۵)، ماهیتِ جلای به کار رفته در آلات موسیقی قدیمی چه بود؟ و غیرو.

این کتاب به بررسی خواص فیزیکی و شیمیایی مواد لایه‌ساز می‌پردازد. آگاهی از خواصِ این مواد به مرمتگران در شناسایی مشکلات کار کمک می‌کند؛ مشکلاتی که در صورت عدم آگاهی، مقابله با آنها آسان نخواهد بود. به همین دلیل در این کتاب خواص اصلی موادِ لایه‌سازِ طبیعی، مورد استفاده در گذشته، بررسی خواهد شد.

---

1 - S. M. Alexander

فصل اوّل

خواص فیزیکی و شیمیائی مواد لایه‌ساز

الف) حالت مایع

برای اینکه بتوان به راحتی از مواد لایه‌ساز استفاده نمود، بایستی در حالت مایع باشند. با انتخاب روغنهای تازه خشکانه (روغنهای نباتی که به مجرد تماس با هوا اکسیده شده و برای ایجاد لایه نازکی از جلاها و رنگها مناسب‌اند) و با اضافه کردن حلال یک چنین حالتی به دست می‌آید. مخلوط حاصل می‌تواند محلول (Solution)، امولسیون (Emulsion) یا دیسپرسیون (Dispersion) باشد.

محلول

یک محلول، ترکیب (مخلوط) متجانسی است از دو یا چند مادهٔ ریزدانه که دانه‌های آنها در یک مدار الکترونی قرار دارد. این دانه‌ها ***بایستی دارای ابعادی حدود ۰/۰۰۱ میکرون باشند*** (μ = ۱ میکرون که برابر با ۰/۰۰۰۱ سانتیمتر است). جلاها و برخی از چسبها محلول هستند.

دیسپرسیون

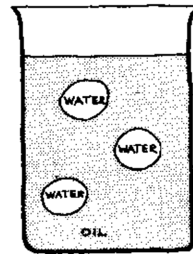
حالتِ تعلیقِ دانه‌های ریز جامدِ متجانس در داخل مایع است در حالی که این دانه‌ها تمایلی به حل شدن در مایع یا ترکیب با آن را ندارند. نام این مایع "فازبرونی" یا "محیط انتشار" است.

چنانچه دانه‌ها مواد کلوئیدی باشند، ***ابعاد آنها بین ۰/۰۰۱ تا ۰/۲ میکرون متغیر است***. این دیسپرسیونهای کلوئیدی با انتشار نور مرئی در تمام جهات، به رنگ شیری در می‌آیند. این خاصیت "***اثر تیندال***"[1] نامیده می‌شود. یک چنین کلوئیدهایی از مخلوط شدن پروتئین‌ها (زرده تخم‌مرغ، سفیده تخم‌مرغ، ژلاتین و غیرو) یا پلی ساکاریدها (صمغ کتیرا، نشاسته و غیرو) در آب به دست می‌آید. بعداً خواهید دید که از تمام این مواد می‌توان به عنوان کلوئید محافظ برای تشبیت رنگدانه‌ها استفاده نمود.

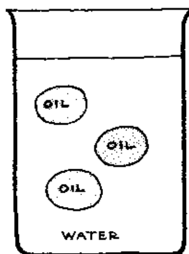
در دیسپرسیون مواد غیر کلوئیدی، ابعاد ذرات (یعنی رنگدانه‌ها، غبار و غیرو) بین ۵۰۰-۱۰ میکرون متغیّر است.

امولسیون

عبارت است از ***دو مایع*** منتشر (معلق) و در عین حال نامحلول در یکدیگر. یکی از مایعات نقش "***فاز خارجی***" یا "***محیط انتشار***" را دارد و دیگری (که به صورت قطرات ریزی درآمده)، نقش "***فاز داخلی***" یا "***فاز گسسته***" را.



امولسیون چرب



امولسیون رقیق

شکل (۱)

1 - Tyndall effect

امولسیونها تفاوت زیادی با دیسپرسیونها ندارند و "اثر تیندال" آنها مشابه است. ***خواص یک امولسیون تابع فاز خارجی (محیط انتشار) است.*** بنابراین در یک امولسیونِ روغن در آب؛ آب است که ویسکوزیته و خواصِ امولسیون را تعیین می‌کند.

امولسیون "روغن در آب" یک امولسیون رقیق است که با اضافه کردن روغن (مثلاً مایونز) می‌توان آن را غلیظ‌تر و با اضافه کردن آب یا یک حلال مایع (مانند سرکه) آن را رقیق‌تر نمود. امولسیون "آب در روغن" یک امولسیون چرب است که با اضافه کردن آب، غلیظ و با اضافه کردن روغن یا یک حلال روغنی رقیق می‌شود.



شکل (۲)

این امولسیونها پایدار نیستند، لذا اگر آب به طور مداوم افزایش پیدا کند و در همین حین لرزش داده شود، قطرات آن به هم نزدیک و نزدیکتر می‌شوند و در یک نقطهٔ بحرانی به یکدیگر می‌پیوندند. این اتفاق وقتی رخ می‌دهد که درصدِ آب موجود در امولسیون به ۷۴/۰۴ درصد برسد. بعداً می‌بینید که با اضافه کردن مواد فعال در سطح[1] (موادِ کاهندهٔ فشار سطحی)[2] و کلوئیدهای محافظ می‌توان امولسیونها را پایدار نمود.

۱. کیفیت سطح و مرطوب شدن (۶ و ۷ و ۸ و ۹)

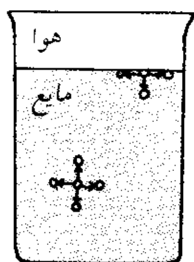
چنانچه لازم باشد رنگدانه‌ای را با بست مخلوط کنیم یا تخته‌ای را چسب بزنیم، یکی از عوامل لازم برای رسیدن به نتیجه مطلوب آن است که بست یا چسب

---

1 - Surface Active Agents *2 - Surfactants*

(به قدر کافی) رنگدانه یا تخته را مرطوب نماید.

برای اینکه یک مایع بتواند به خوبی جامدی را مرطوب نماید باید جاذبهٔ بین جامد و مایع، بیش از جاذبهٔ بین مولکولیِ مایع باشد. یک مایع ریخته شده در یک ظرف را در نظر بگیرید.



شکل (۳)

مولکولهای درون مایع در همه جهات بر هم اثر می‌گذارند و یکدیگر را خنثی می‌کنند. با این حال در سطح تماس مایع با هوا، نیروی جاذبه خارجی به طرف مولکولهای هوا ضعیفتر از جاذبه بین مولکولیِ درون مایع است، لذا نیرویی به طرف داخل مایع به وجود می‌آید. سطح مایع را می‌توان به یک پوستهٔ انعطاف‌پذیر مانند بالون تشبیه کرد که تمایل دارد به کوچکترین سطح خود برسد. قطره‌های آب نیز چنین خاصیتی را از خود بروز می‌دهند.

بنابراین در سطح مایع نیرویی وجود دارد که سطح را به کمترین میزان کاهش می‌دهد. این نیرو "کشش سطحی" نام دارد.

کشش سطحی در بالای آب مشخص می‌کند که چرا قبل از مرطوب کردن سطحِ نقاشی نمی‌توان، سطح یکدستی از آبرنگ به وجود آورد (۱۰). علاوه بر این به دلیل توقف رنگ در انتهای موهای قلم‌مو امکان تغییر ملایم و هماهنگ درجاتِ رنگ توأم با مشکل است. استادان نقاشی ایتالیائی در هنگام سایه‌زنی، با استفاده از هاشورهای کم و بیش نزدیک به هم این مشکل را رفع می‌کردند.

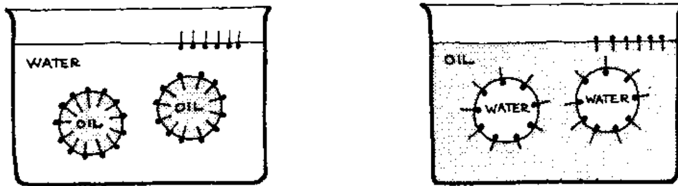
از طرف دیگر روغن به دلیل کشش سطحی پائین تمایل به جاری شدن دارد. هر چه کشش سطحی مایع بیشتر باشد، مرطوب کردن سطحِ مادۀ جامد با آن مشکل‌تر است.

کشش سطحی در ۲۰ درجه سانتیگراد ـ برحسب دین بر سانتیمتر (۹)	
جیوه	۴۸۵/۰
آب	۷۲/۷۵
ژلاتین ۱٪	۸/۳ (5°C)
گلیسیرن	۶۳/۴
اسید اولئیک	۳۲/۵
اسید ریسینولئیک	۳۵/۸ (16°C)
روغن بزرک	۳۷/۵
تربانتین	۳۱/۵
وایت اسپیریت	بین ۲۹/۰ تا ۳۱/۵

عوامل مرطوب‌کننده

موادی وجود دارند که در صورت اضافه شدن به مایعات، کشش سطحی آنها را کاهش می‌دهند. این مواد، ***مواد فعال در سطح*** (Surface - Active Agents) **یا *موادِ کم‌کننده فشار سطحی*** (Surfactants) نامیده می‌شوند. مولکولهای این ترکیبات دارای هر دو قسمت هیدروفیل (آب‌دوست) و لیپوفیل (روغن‌دوست) هستند.

در یک سیستم مضاعف (روغن/آب یا بست/رنگدانه) مولکولهای مادۀ فعال در سطح در سطح تماس آرایش پیدا می‌کند و قسمت انتهایی هر مولکول، به طرف ماده‌ای که آن را جذب می‌کند معطوف می‌شود. به همین دلیل کشش در سطحِ تماس کاهش پیدا می‌کند و خاصیت مرطوب شدن بهبود می‌یابد (۱۱).



قسمت روغن دوست
ماده فعّال سطحی
قسمت آب دوست

شکل (۴)

مثال اول: روغن /آب /صابون قلیایی (شکل ۴)؛

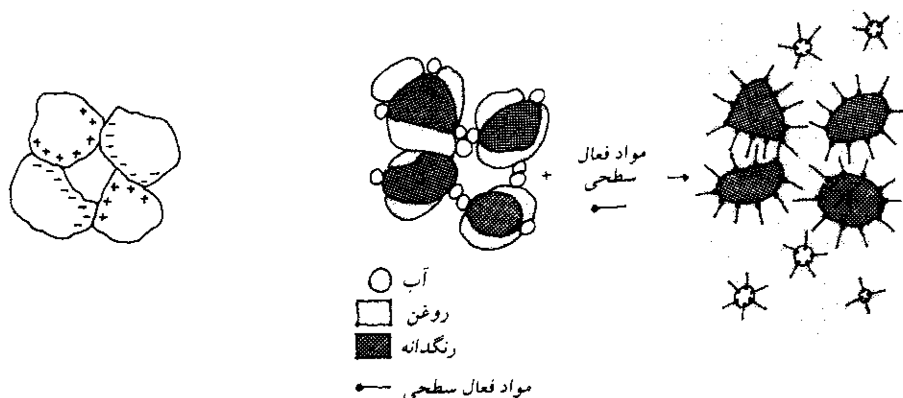
مثال دوم: سائیدن رنگدانه‌ها: برخی از رنگدانه‌ها مانند آبی پروسی یا آبی‌های فتالوسیانین به سختی در روغن نرم می‌شوند، آنها به راحتی مرطوب نمی‌شوند و تمایل به تکه‌ای (کلوخه‌ای) شدن دارند.

از آنجا که این رنگدانه‌ها به شدت آب‌دوست‌اند، لایه‌ای از آب اطراف آنها را فرا می‌گیرد. علاوه بر این، عملیات سایش مکانیکی باعث شارژ الکتریکی ذرات (یعنی ازدیاد قطبیت و بوجود آمدن قطبهای مثبت و منفی در آنها) می‌گردد و اگر به هر دلیل یک شارژکلی وجود نداشته باشد ذرات تکه‌ای می‌شوند (شکل ۵ ـ الف).

وجود اندکی از ماده فعال در سطح (۰/۲۵٪ تا ۰/۱٪) مانند زهرهٔ گاو، لسیتینِ زرده تخم‌مرغ، یا یک اسید چرب، خاصیت مرطوب‌شوندگی را بهبود می‌بخشد. مولکولهای ماده فعال سطحی جذب سطح رنگدانه می‌شوند و در اطراف آن لایه‌ای تشکیل می‌دهند و پس از اینکه دارای شارژ الکتریکی مشابه شدند، یکدیگر را دفع می‌کنند (شکل ۵ ـ ب).

در صورت نیاز به رقیق کردن رنگ باید ماده رقیق‌کننده را بعد از مخلوط کردن رنگ اضافه نمود، زیرا این ماده در جذب رنگدانه‌ها با بستِ رنگ رقابت

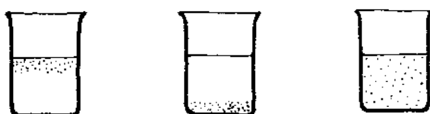
می‌کند. بنابراین باید به بست فرصت بدهیم تا در اطراف ذرات رنگدانه، یک لایه محافظ به وجود آورد (۱۲).



شکل (۵ ـ ب) شکل (۵ ـ الف)

۲. تثبیت رنگدانه‌ها

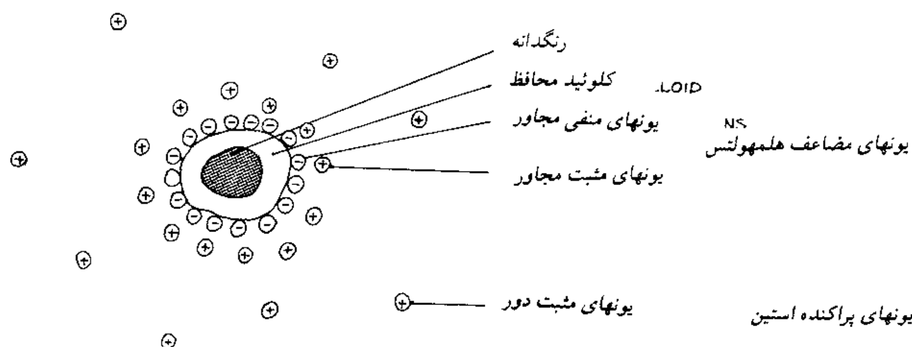
هنگامی که رنگدانه‌ها به خوبی در بست غوطه‌ور و با آن مخلوط شدند بایستی دارای انتشار یکنواختی باشند. بسته به تراکم رنگدانه‌ها، وزن آنها باعث می‌شود که رنگدانه روی سطح لایهٔ رنگ غوطه‌ور شود یا در ته آن رسوب کند.



شکل (۶)

برخی از بستها (پروتئینها، گلوسیدها) قادرند که این خاصیت ویژه را خنثی نمایند. اینها ***مولکولهای کلوئیدی*** هستند، یعنی مولکولهایی که از سایر مولکولها بزرگتراند و ابعادی حدود ۰/۰۰۱ تا ۰/۲ میکرون دارند، در حالی که بقیه مولکولها اندازه‌ای برابر با ۱۰ آنگستروم دارند. این مولکولها ویسکوزیتهٔ بست را زیاد می‌کنند و بدین‌وسیله حرکت ذرات رنگدانه را کاهش می‌دهند. به علاوه، چنین بستی با ذرات رنگدانه واکنش می‌دهد. دیده شده است که وقتی یک جریان الکتریکی از داخل یک مخلوط کلوئیدی عبور داده می‌شود، برخی ذرات به سمت قطب مثبت و برخی به سمت قطب منفی جذب می‌شوند.

پیرو دیدگاه پذیرفته شدهٔ معمول، این وضعیت هنگامی به وقوع می‌پیوندد که اطراف هر ذره را یک لایه موسوم به "کلوئید محافظ" فرا می‌گیرد. این کلوئیدها به طور انتخابی برخی از یونهای موجود در مایعِ دربرگیرندهٔ ذرات را جذب سطحی می‌کنند و موجب یک شارژ الکتریکی می‌شوند.



شکل (۷)

هنگامی که ذرات بدین صورت شارژ الکتریکی شدند، یکدیگر را دفع می‌کنند و لذا به صورت پراکنده (منتشر) در داخل بستِ مایع باقی می‌مانند (۷).

۳. خواص سیالیت (۱۳)

درکنار نیروهایی چون نیروی وزن و نیروی جذب سطحی، واکنشهای فیزیکی ـ شیمیایی دیگری نیز وجود دارند که به گسترش لایه فیلم بر روی سطح زیرینش کمک می‌کنند. یعنی در صورت نبودنِ این نیروها، در اثر نیروی جذب سطحی، لایه فیلم به صورت گویچه‌هایی در می‌آمد، یا در اثر نیروی وزنِ لایه فیلم بر روی سطوح عمودی به طرف پائین سرازیر می‌شد.

مطالعه پدیده جاری شدن و تغییر شکل مایعات، هنگامی که فشارهای مشخصی به آنها وارد می‌شود، را **"سیالیت"** می‌نامند. سیالیت شامل بسیاری از خواص مهمِ رنگ مانند فرچه‌پذیری[1]، تمایل به عدم تغییر شکل، نحوهٔ انتشار و قابلیت سیلان یا موجی شدن و غیره است.

یکی از مقیاسهای قابل اندازه‌گیری این پدیده، **"ویسکوزیته"** یا مقاومت مایع در برابر جاری شدن است. از نقطه‌نظر فیزیکی، ویسکوزیته را می‌توان به صورت مایعی قرارگرفته در ظرف تصور نمود، مثلاً پارچی حاوی رنگ که هر چه رنگ غلیظ‌تر باشد، خالی کردن پارچ مشکل‌تر است. چنانچه رنگ پس از واژگون کردن پارچ به سرعت جاری شود و میزان جاری شدن آن با اندازه واژگونی پارچ رابطه داشته باشد رنگ (یا مایع) را نیوتنی می‌نامند.

بسیاری از رنگها واکنش متفاوتی دارند. برخی "پلاستیک" نامیده می‌شوند، زیرا رنگ پیش از جاری شدن باید بر یک نیروی بحرانی مشخص، به نام **"حد سیلان"** غلبه کند.

رنگهای به اصطلاح **"دگر روان"** به نحو دیگری؛ مشابه با ماسهٔ روان عمل می‌کنند. با اینکه ماسهٔ روان سخت است، در صورت تکان خوردن، در آن یک فرورفتگی ایجاد می‌شود زیرا حرکت موجب می‌شود که تودهٔ ماسه، شبیه یک مایع عمل کند. این قضیه برای محلول آبکی ژلاتین هم صادق است. یعنی هنگامی که روی سطحی ریخته شود ثابت می‌ماند و فقط به وسیله قلم‌مو روان (مایع) می‌شود.

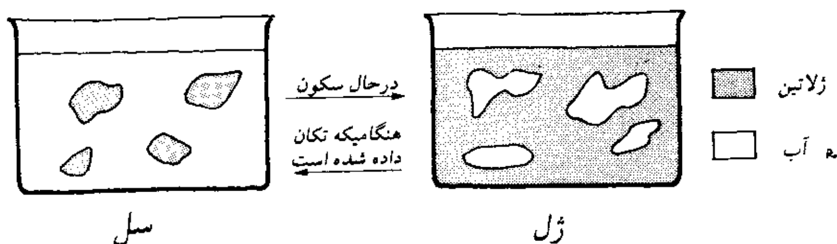
---

1 - *Brushability*



شکل (۸)

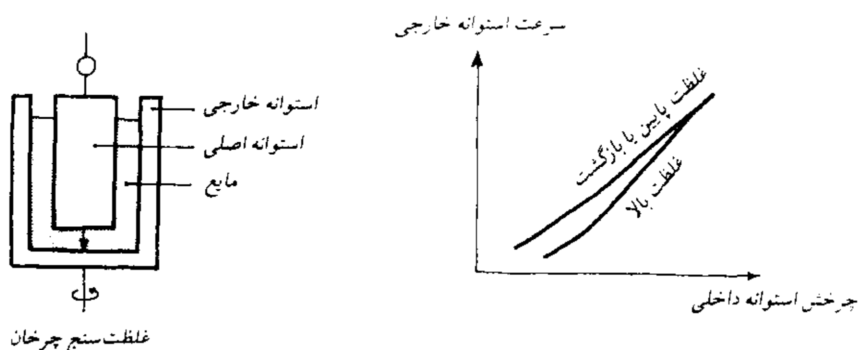
پدیده فوق در اثر تغییرات برگشت‌پذیرِ درون مادهٔ سیال انجام می‌گیرد. یعنی بسته به اینکه مادهٔ سیال در حال سکون باشد یا حرکت، از حالت ***ژل*** به ***سُل*** (مایع کلوئیدی) و ***بالعکس*** تبدیل می‌شود. میزان این تغییرات خیلی متغیر است. ساختار ژله‌ای پس از به هم خوردن، با سرعتهای متفاوتی به توازن می‌رسد. سرعت انجام این تغییرات عاملِ مؤثری در تعیین کارآیی رنگهای دگر روان است. عامل مذکور از رسوب رنگدانه جلوگیری می‌کند و با روان شدن و گسترش رنگ مقابله می‌کند.



شکل (۹)

عامل زمان برای مایعات دگرروان نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. ویسکوزیتهٔ سیستم تابعِ مدت سکون، مدت تکان خوردن و یا حتی تمامی عواملی است که بر مایع تأثیر می‌گذارند. تغییر همزمان سل به ژل با یک دگرگونی از ویسکوزیتهٔ بالا به

پائین یا برگشت، صورت می‌گیرد. یعنی در اینجا یک حلقه پسماند وجود دارد (۱۵).



شکل (۱۰)

تقریباً ثابت شده است که استادان قدیمی از **وان آیک**[1] تا **روبنس**[2]، به نحوی تحسین‌برانگیز، یک رنگِ دگرروان ساخته بودند. این پدیده به آنها امکان می‌داد بدون نیاز به مخلوط کردنِ پی در پی رنگها، بتوانند لایه‌ها را روی هم قرار دهند (تکنیک موسوم به "a Frais") (۱۶ و ۱۷). **روبنس** توانست که "La Kermesse" را با این تکنیک ظرف ۲۴ ساعت نقاشی کند. آزمایش نشان می‌دهد که لایه‌های روی هم قرار گرفتهٔ رنگ کاملاً از یکدیگر متمایزاند و ضربات قلم در لایه‌های زیرین قابل رؤیت است (۱۸). ظاهراً پس از **روبنس** رنگهای دگرروان به فراموشی سپرده شد.

آشنایی با این کیفیت ژلاتین امکان شناخت نسبی یک چنین رازی از استادان قدیم را به دست داد. متأسفانه این صحبتها هنوز در حد فرضیه‌ای بیش نیست. واضح است که واکنش داخلی بین بست و رنگدانه نقش عمده‌ای را ایفا می‌کند، به علاوه امکان دارد که برخی از رنگدانه‌ها جاذبه‌های ویژه‌ای برای میسلهای کلوئیدی موجود در بست داشته باشند. بَست نیز می‌تواند در اطراف رنگدانه پوششهای حجیمی ایجاد نماید و آن را در حالتی کم و بیش برگشت‌پذیر قرار دهد.

---

1 - *Van Eyck* 2 - *Rubens*

در مواقعی که رنگدانه‌ها با بست واکنش می‌دهند توضیحات روشن‌تر است. برای مثال می‌دانیم که سفیداب شیخ و اکسید روی (سفیدآب روی) با روغن واکنش انجام می‌دهند و صابونهای اسیدهای چرب را به وجود می‌آورند، و این میسلها در سطح تماس رنگدانه /بست جذب می‌شوند (۱۹).

در عمل با اضافه کردن برخی از ترکیبات مشخص به رنگ می‌توان آن را دگرروان نمود.

در بستهای آلی از صابونهای فلزی سنگین، مومها، آلژیناتهای کلسیم و منیزیم و رزینهای پلی‌آمید استفاده می‌شود. در یک بستِ آبی باید از کازئین، آلبومین، ژلاتین، دکسترین، انواع صمغهای پلی ساکارید، آلژیناتهای سدیم یا پتاسیم و غیرو استفاده نمود. در برخی از نسخه‌های قدیمی به این مواد اشاره شده است. **دمایرن**[1] دربارهٔ حرارت دادن روغنِ خام با لیتارژ، پودر استخوان یا شیشه سربیِ (کریستال) ونیزی توضیحاتی دارد. این ترکیبات موجب تشکیل صابونهای کلسیم و سرب می‌شوند. به گفتهٔ ***ایستلاک***[2] (۲۰)، ***واندیک***[3] درکارهایش از بستی استفاده می‌کرد که تشکیل شده بودْ از روغن گردو که به آرامی در سفیداب شیخ حرارت دیده و ماستیکِ محلول در تربانتین به آن اضافه شده بود.

دگرروانی بر بسیاری از خواص رنگ تأثیر می‌گذارد. **فرچه‌پذیری** یا سهولت استفاده از رنگ بستگی به میزان فشار موهای قلم و تعداد ضربات قلم‌مو (لازم برای رسیدن به یک پوشش رنگی دلخواه) دارد. در طی این عملیات، ساختار دگرروان، در طول زمان تغییر شکل و سکون، خراب و مجدداً بازسازی می‌شود.

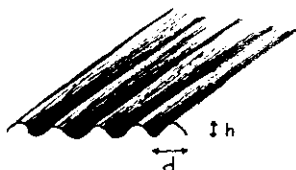
خاصیت سیلان (روانش)، کاستن از ناهمواریهای سطح است. این خاصیت به کمک فشار موهای قلم به وجود می‌آید ولی روانی رنگ نیاز به این فشار را مرتفع می‌کند. این خاصیت تابعِ نیروی جاذبه و کشش سطحی است که در فرمول وارینگ بیان شده است (۲۱).

---

1 - De Mayerne

2 - Eastlake

3 - Van Dyck



h = *عمق شیارهای ایجاد شده توسط قلم‌مو* d = *عرض آنها*

γ = *کشش سطح* F = *حد سیالیت*

شکل (۱۱)

هر چه حد سیلان پائین‌تر باشد، رنگ آسان‌تر روان می‌شود. این فرمول میزان تأثیرِ موهای قلم و همچنین ضخامت لایه رنگ را می‌سنجد.

چنانچه رنگی دگرروان نباشد، مقدار تغییر شکل مطرح شده، متناسب با مقدار فشار قلم‌مو است. به عبارتی، در یک رنگِ دگرروان با هر ضربهٔ قلم‌مو ساختار ژل شکسته می‌شود و مجدداً در فواصل زمانی بین ضربات قلم بازسازی می‌شود.

در جلاها، قابلیت سیلان خیلی مهم است. در واقع همان‌طور که بعداً نیز خواهیم دید، یکدستی سطح جلا عامل مهمی است برای ***براقیت*** آن.

۴. ضریب روغن و غلظت بحرانی (۲۲)

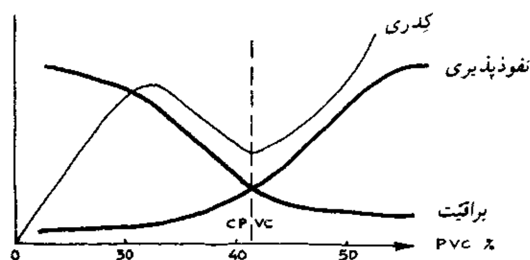
هنگامی که بست به تدریج به رنگدانه اضافه می‌شود، به مرور هر یک از ذرات رنگدانه در میان لایه‌ای نازک از **بستِ جذب شده** قرار می‌گیرد. به بَستی که فضاهای خالی بین رنگدانه‌ها را پر می‌کند ***بستِ بین شبکه‌ای*** می‌گویند. بست جذب شده در سطح و بست بین شبکه‌ای، روی هم، حداقل مقدار بست داده شده به رنگدانه است که چسبندگی متوسطی در رنگ ایجاد می‌کند. این ترکیب که مقدارش برای هر مخلوطی از بست و رنگدانه مشخص است، ***غلظت حجمی بحرانی رنگدانه*** (CPVC)[1] نامیده

1 - Critical Pigment Volume Concentration

می‌شود. در واقع هر مقدار بست، بیش از این حد، اضافی است. این تعریف از CPVC امروزه جایگزین **ضریب روغن** تجربی سابق (مثلاً مقدار روغن بزرک لازم برای مرطوب کردن کامل ۱۰۰ گرم رنگدانه) شده است.

البته ضریب روغن دقیقاً قابل اندازه‌گیری نیست و همیشه نتایج یکسانی ندارد. مخلوط کردن، گاهی سبب خرد شدن رنگدانه‌های سوزنی (یعنی آنهایی که قسمتهای برآمده دارند) می‌شود و استفاده از برخی بستها باعث بروز نوعی انعقاد می‌گردد که در بست روغنی دیده نمی‌شود. علاوه بر این نتیجهٔ کار تا حدودی تابع سرعت چرخش مخلوط کن است.

لایه نازکی که روغن در اطراف ذرات رنگدانه تشکیل می‌دهد تک مولکولی است و فقط چند آنگستروم ضخامت دارد. البته پلیمرهای بزرگی که قادرند فیلمی چند لایه بسازند چنین نیستند و می‌توانند به راحتی لایه‌ای به ضخامت حدود ۱۰۰۰ آنگستروم ایجاد کنند.



شکل (۱۲)

CPVC در مقایسه با ضریب روغن مزیّت‌های مهمی دارد و اساس آن بر یک واقعیت فیزیکی مطمئن استوار است. بنابراین با افزایش مقدار رنگدانه در لایه رنگ، احتمال دارد که به سرعت نفوذپذیری و کدری در حجم مشخصی از رنگدانه افزایش یابد (۲۳) و از جلای آن کم شود (۲۴).

رنگدانه	ضریب روغن	
اکسید روی (سفیداب روی)	۱۶-۱۴٪ (غیر سوزنی) و ۲۵٪ (سوزنی)	
سفیدآب شیخ	۱۲٪	
زرد کروم	۱۰-۲۰٪	
اخراهای زرد	۳۰٪ یا ۷۵٪	
اخراهای قرمز	۲۵٪ یا ۶۵٪	
سیینای پخته	۶۰-۵۰٪ (کلسینه)	
گل ماشین	۶۰-۷۵٪	
لاجورد	۳۵٪	
آبی پروس	۵۶٪ یا ۹۰٪	
	(26) ساختمانی	(26) هُنری
سیاه عاج	۶۰ (واحدها شناسایی نشده است)	۱۱۰
سیینای خام	۸۲	۱۷۵
سیینای پخته	۴۵	۱۷۵
آبی کمرنگ	۵۰	۷۵
گل ماشین خام	۴۸	۱۰۰
گل ماشین پخته	۴۷	۹۰
اخرای زرد	۲۸	۷۵
لاجورد	۲۸	۳۷
نارنجی کروم	۲۰	۳۲
شنگرف	۱۴	۲۰
سفیدآب شیخ	۱۰	۱۵

بنابراین افزایش رنگدانه (بالا رفتن CPVC) برابر است با افزایش سریع تخلخل در لایهٔ نازک.

متأسفانه منابع فنی، مقادیر اندازه‌گیری شده CPVC برای رنگدانه‌های هنری را در اختیار قرار نمی‌دهد، بنابراین هنوز هم استفاده از ضریب روغن ضروری است (۲۵).

ب) حالت جامد

۱. تشکیل فیلم (۲۷)

تشکیل یک فیلم شامل تغییر فازِ مایع یک ماده فیلم‌پذیر به یک سیستمِ جامد متورق است. فاز مایع می‌تواند به صورت محلول، امولسیون یا مذاب باشد.

بر اساس ماهیت مواد موجود، تشکیل سیستمِ جامد نتیجهٔ تغییرات فیزیکی یا شیمیایی، یا هر دو با هم است.

۱ - ۱. تشکیل فیلم با واکنش فیزیکی

چنانچه ماکرومولکولهای پیش ساخته در محلول یا دیسپرسیون موجود باشد، لایهٔ نازک در اثر **تبخیر** تشکیل می‌شود. اگر کرومولکولها در حالت مذاب باشند، فیلم در اثر ***انجماد*** به وجود می‌آید.

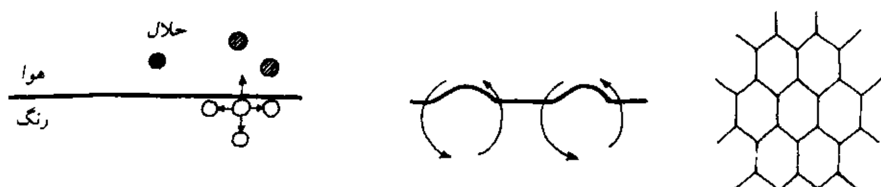
تبخیر حلالها از محلول (۲۸)

تشکیل فیلم در رزینهای ترپن تابع این پدیده است. اینها مواد لایه‌سازی هستند که از آنها محلولهایی به دست می‌آید با قابلیت دیالیزه شدن و فاقد "اثر تیندال"[1]. واکنش این مواد شبیه مولکولهای بزرگِ کم و بیش کروی است.

تبخیر حلال شامل ناپدید شدن مقدار مشخصی از مولکولها در سطح تماس محلول با هواست. نتیجهٔ این عمل به وجود آمدن فضاهای خالی است که با تغییر مکان افقی و عمودی مولکولهای مجاور پر می‌شود. به همین دلیل حلقه‌های کوچکی تشکیل می‌شود و به تدریج تمامی سطح مایع را فرا می‌گیرد.

---

1 - *Tyndal effect* (ر.ک. صفحه ۳)



شکل (۱۳)

ویسکوزیتهٔ محلول افزایش می‌یابد و سرعت چرخش حلقه‌ها کاهش پیدا می‌کند. چنانچه سرعت کاهش خیلی زیاد باشد، یک الگوی شش وجهی یا ***گرداب***[1] (انبوهی از مایع چرخان) در سطح مایع تشکیل می‌شود. این را "بیماری پوست پرتقالی"[2] می‌گویند که باعث کاهش جلای فیلم می‌شود. در زوایای شش وجهی‌ها فشارهایی ظاهر می‌شود و این نقاط طبیعیِ بالقوه ضعیف جاهایی هستند که فیلم می‌شکنند (۲۷).

یک لایه رنگ تقریباً بیش از ۲۵ میکرون (۲۵۰۰۰ نانومتر) ضخامت دارد. اندازهٔ ذرات رنگدانه‌ها بین ۳۰ تا ۳۰۰۰ نانومتر متغیر است، لذا در هر لایه بین ۸ تا ۸۰۰ ذره وجود دارد (۲۲). از آنجائی که طول یک پیوند کربن ـ کربن حدود ۰/۱۵ نانومتر است، در یک لایهٔ ۲۵۰۰۰ نانومتری، فقط در حدود ۱۷۰۰۰۰ مورد از یک چنین پیوندهایی وجود خواهد داشت. بنابراین تعداد ماکرومولکولهایی که خیلی پیچ خورده‌اند یا وزن مولکولی پائینی دارند به ندرت در ضخامت لایه از ۱۰۰ تجاوز می‌کند. بنابراین ابعاد اجزای سازنده، عاملِ مهمی است که بر طبیعتِ فیلم تشکیل شده تأثیر می‌گذارد. هرگونه گسستگی یا جهت‌گیری ویژه بر ساختارِ فیلم تأثیر می‌گذارد، لذا کیفیت فیلم خشک تابع نوع و میزان حلال مورد استفاده است.

کاتز[3] و ***منک***[4] (۳۰) با اندازه‌گیری میزان نفوذپذیریِ فیلمهای مختلف

---

1 - *Vortex*

2 - *Orange - Peel effect* (ر.ک. زیرنویس صفحه ۵۴)

3 - *Katz*

4 - *Munk*

(حاصل از محلولهایی با حلالهای مختلف) در برابر بخار آب، اهمیت این مسئله را به اثبات رسانده‌اند.

چنانچه مولکولهای مواد لایه‌ساز به شکل خاصی آرایش یابند، متراکم‌ترین فیلمها (با کمترین نفوذپذیری) به دست می‌آید. این امر زمانی صورت می‌گیرد که افزایش غلظتِ ناشی از تبخیر حلال، سیالیت مولکولها را خیلی سریع کاهش ندهد یا میانکُنش حلال و بست به جهت‌گیری آنها کمک نماید.

علاوه بر این، نفوذپذیری فیلم در سطح تماسش با جسم زیرین و سطح تماسش با هوا، متفاوت است. همچنین گاهی جزء مورد عمل بر جهت‌گیری مولکولهای لایهٔ نازک اثر می‌گذارد. در نتیجه معمولاً در ضخامتِ فیلم سه لایه مشاهده می‌شود. پائین‌ترین لایه که مولکولها به طرف سطح زیرین (جزء مورد عمل) جهت‌گیری کرده‌اند؛ لایه مرکزی که مولکولها جهت‌گیری خاصی ندارند؛ و بالاترین لایه که جهت مولکولها به سوی سطح مشترک فیلم /هوا یا سطح مشترک با لایه رنگ بعدی است.



شکل (۱۴)

جهت‌گیری مولکولی در این سطوح مشترک به ویژه زمانی بروز می‌کند که سطوح به هم چسبیده خوب مرطوب شده باشند. دامنهٔ افزایش غلظت قبل از خشک شدن بر خواص بصری فیلم تأثیر می‌گذارد. "*فللر*"[1] این پدیده را به خوبی شرح داده است. (۳۱)

1 - *Feller*



شکل (۱۵)

رزینهای طبیعی حتی هنگامی که مقدار اندکی از حلال باقی مانده است (محتوای جامد تا ۸۰٪) روانش خود را برای مدتِ طولانی حفظ می‌کنند. هنگامی که محلول رزینی به عنوان جلا روی سطح ناهموار لایه رنگ اضافه می‌شود، با خشک شدن محلول، رزین فرورفتگیها را پر می‌کند و سطح جلا تقریباً یکدست و صاف می‌شود.

از طرفی اغلب رزینهای سنتزی حتی وقتی که هنوز حدود ۵۰٪ از حلالشان باقی مانده است محلولهای غلیظی بوجود می‌آورند. این رزینها خیلی سریع سفت می‌شوند و سطح جلایِ حاصل از آنها به صافی سطح رزینهای طبیعی نیست. این خواص، عامل تفاوت درخشندگی در این دو نوع رزین است. در حین تبخیر، فیلم به علت کاهش حجم ناشی از افتِ حلال منقبض می‌شود. این مرحله از شکل‌پذیری فیلم خیلی حساس است.

کک[1] (۳۲) عیوب مکانیکی ناشی از فرمول‌بندی نامطلوبِ رنگ را خیلی خوب شرح داده است، از جمله: استفاده از حلالهای خیلی فرّار، استفاده از حلالهایی که به اندازه کافی فرّار نیستند یا مقدارشان بیش از حد لازم است؛ چسبندگی ناقص فیلم به تکیه‌گاه و ضخامت خیلی زیاد لایهٔ رنگ. یک چنین نواقصی موجب ترک خوردن لایه رنگ در حین خشک شدن می‌شود. این را "ترک‌خوردگی زودرس" می‌نامند. این ترکهای موئین معمولاً در تمام ضخامت لایه رنگ ادامه ندارند و تشکیل آنها تابعِ نوعِ بَست است. پهنای این ترکها متفاوت است و حتی گاهی به صورت شکاف ظاهر

---

1 - *Keck*

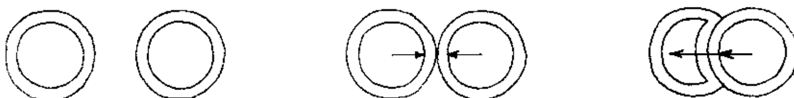
می‌شوند. ترکهای ناشی از پیر شدن (گذشت زمان) باریک‌تر و یکدست‌تر است.

غلظت حجمی رنگدانه‌ها نیز بر مقاومت فیلم در برابر ترک خوردن اثر می‌گذارد. هر چه غلظت رنگدانه‌ها کمتر باشد، مقاومت لایه رنگ در برابر فشارهایی که موجب شکست است کمتر می‌شود. بنابراین رنگمایه‌های تیره و خالص، بدون رنگدانه سفید اضافی، از همه بادوام‌تراند (29).

خشک شدن امولسیونها (33 و 34)

امولسیون، دیسپرسیونی از دو مایعِ نامحلول در یکدیگر است. معمولاً با افزودن عاملِ مرطوب‌کننده یا کلوئید محافظ، امولسیون را پایدار می‌کنند. (ر.ک. ص ۶ تا ۹) این مواد افزودنی بر خشک شدن امولسیونها تأثیر می‌گذارند.

اگر قطره‌های متفرقِ مایع احاطه شده با مواد فعال سطحی را در نظر بگیریم، با تبخیر فاز خارجی، قطره‌ها به تدریج به هم نزدیک‌تر می‌شوند و نهایتاً به هم می‌پیوندند. به دلیل وجود کشش سطحی، فشاری بر دیواره‌های قطره‌ها وارد می‌شود و آنها را به صورت کروی در می‌آورد. در لحظه‌ای که قطره‌ها یکدیگر را لمس می‌کنند، وجود یک ماده فعال سطحی می‌تواند از بهم پیوستن آنها جلوگیری کند. می‌توان تصور نمود که وقتی قطره‌ها به یکدیگر فشار وارد می‌کنند، برخی از آنها قطره‌های مجاور را تحت فشار قرار می‌دهند و موجب تغییر شکل آنها می‌شوند. لذا انحنای محدبِ قطره‌ها، تحت فشار مقعر می‌شود و نیروهای کشش سطحی به جای خنثی کردن این تغییر شکل، به آن کمک نیز می‌کنند. وقتی این نیروها به اندازهٔ کافی قدرت پیدا کرد، لایه دو پوستهٔ مادهٔ امولسیون‌کننده می‌شکنند و قطره‌ها بهم می‌پیوندند.



شکل (۱۶)

مواد فعال سطحی دفع می‌شوند و به سوی جسم (جزء مورد عمل) مهاجرت می‌کنند و در آنجا برای چسبندگی با موادِ لایه‌ساز به رقابت می‌پردازند.

از آنجائی که تراکم در سطح کمتر است. لایهٔ خارجی فیلمی که بدین صورت شکل می‌پذیرد به سفتی لایه‌های عمیق‌تر نیست.

در مواردی که برای تثبیت امولسیون از کلوئیدهای محافظ استفاده می‌شود کلوئیدهای مذکور جذب سطوح قطره‌های پراکنده می‌شوند. پیوستگی فیلم صرفاً تابع مقدار کلوئیدهاست. در واقع اینها بایستی کم و بیش مانند سیمان (چسب) در بین دانه‌ها عمل کنند. همگونی این فیلم از انواع پیشین کمتر است، به همین دلیل فیلم خشک شده ظاهری شیری رنگ دارد و خیلی شفاف نیست.

تذکر

در پاره‌ای از موارد به راحتی نمی‌توان تشخیص داد که ماده‌ای در یک مایع حل شده است یا در آن منتشر گردیده است. اگر جاذبهٔ بین مولکولهای جامد و مایع بیش از جاذبهٔ بین مولکولهای مادهٔ جامد باشد، یک محلول واقعی درست می‌شود. امّا چنانچه فقط تعدادی از مولکولهای فعالِ مادهٔ جامد، مولکولهای مایع را جذب کنند، فقط تورّم (نرم شدن) ظاهر می‌شود (35). بنابراین مولکولهای خطی بزرگ در ژلاتین، میسلهایی را به وجود می‌آورند که دارای قسمتهای بلوری هستند. آب از طریق این بلورها نفوذ می‌کند و باعث نرم‌شدگی نامحدودی می‌شود که نهایتِ آن، حل شدن ماده است. تشکیل یک لایه نازک از سه فاز برگشت‌پذیر، مطابق ذیل، می‌گذرد:

خشک شدن ⟵ ژل کلوئیدی ⇄ سُل کلوئیدی

انجماد مادهٔ مذاب

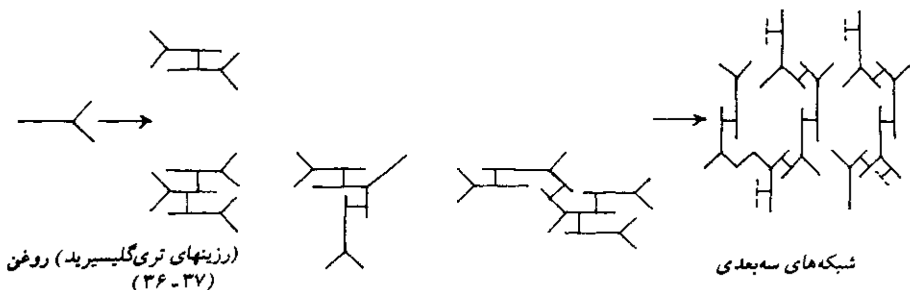
تعداد مواد لایه‌سازی که می‌توان آنها را در حالت مذاب به کار برد، تقریباً محدود است. از جمله مواد طبیعی که چنین قابلیتی دارند می‌توان به موم، لاک شفاف (شلاک) و قیر اشاره نمود.

فیلمی که به این صورت شکل می‌گیرد از فیلمی که با تبخیر حلال درست می‌شود متراکم‌تر است و می‌توان لایه‌های ضخیم‌تر آن را به کار گرفت بدون اینکه نقایصی بروز کند.

۱-۲. تشکیل فیلم با واکنش شیمیائی

این واکنشها بیشتر شامل اکسایش و بسپارش می‌شود. روغنهای خشکانه و (تا اندازه‌ای) ترپن‌ها به کمک این واکنشها لایه‌سازی می‌کنند. البته در مورد دوّم تبخیر حلال سرعت واکنش را افزایش می‌دهد.

قابلیت روغن خشکانه برای لایه‌سازی تابعِ تعداد و موقعیت نسبی پیوندهای دوگانهٔ (کربن ـ کربن) موجود در مولکول است. عامل هر دو واکنش شیمیایی، یعنی اکسایش و بسپارش، همین پیوندهای دوگانه است.



شکل (۱۷)

در اثر این واکنشها، شبکه‌های سه بُعدی به وجود می‌آید (36 و 37). اکسیژن، نور و نمکهای فلزی نقش کاتالیزور را ایفا می‌کنند.

خشک‌کننده‌های فلزی اصلی عبارتند از نمکهای سُرب و منگنز و کبالت. در گذشته از لینولئاتِ سرب استفاده می‌کردند که از واکنش روغن با لیتارژ به دست می‌آمد. ظاهراً این مواد نقشِ حاملِ اکسیژن را ایفا می‌کنند (38). درجهٔ اکسایش این مواد در مجاورت هوا بالا می‌رود و وقتی به حالت اصلی خود باز می‌گردند اکسیژن

اضافی را به روغن پیرامون خود منتقل می‌کنند. این فرآیند تا اکسایشِ کامل تمام پیوندهای دوگانهٔ کربن ـ کربن، موجود در روغن، ادامه می‌یابد. نمکهای کبالت و منگنز بیشتر در سطح عمل می‌کنند و نمکهای کبالت فعالترند. امّا نمکهای سرب در عمق عمل می‌کنند و فیلمی با کیفیت فوق‌العاده به وجود می‌آورند. چنانچه اکسایشِ سطح خیلی سریع رخ بدهد، امکان انبساط شدید در سطح ماده وجود دارد. در این صورت، سطح چروک می‌خورد و لایه‌های زیرین به طور کامل خشک نمی‌شوند. گاهی به دلیل خشک شدن سریع، لایه‌های فوقانی انعطاف خود را از دست می‌دهند و هرگونه حرکتی در لایه‌های نرم زیرین می‌تواند باعث ترک خوردن فیلم بشود.

افزودن مقدار مجازی از مواد خشک‌کننده، سودمند خواهد بود. فیلم روغن بزرک در معرض آفتاب نیمروز طی دو روز خشک لمس (Touch-dry) می‌شود ولی با افزودن ۰/۱٪ خشکانهٔ کُبالت، زمان خشک شدن به هفت ساعت تقلیل می‌یابد (62). بایستی توجه داشت که وضعیت خشک لمس به این معنی است که می‌توان سطح آن را لمس نمود ولی الزاماً عمق لایه‌ها خشک نشده است. فرآیند خشک شدن سالها ادامه می‌یابد. طی شبکه‌سازی فیلم، انقباض شبکه بروز می‌کند، لذا موادی که هنوز مایع‌اند به سطوح فوقانی یا زیرین نقل مکان می‌کنند: این پدیده به "آب انداختن" (Syneresis) موسوم است. عمل تراوش در صافیِ سطح لایه و خواص بصری آن نقش مهمی ایفا می‌کند (17).

با توسعهٔ شبکه در فیلم، سختی آن افزایش می‌یابد. البته به دلیل تولید همزمانِ مولکولهای کوچکِ حاصل از واکنشهای فروپاشی (که مانند نرم‌کننده عمل می‌کنند) این سفتی کاهش می‌یابد. بنابراین چنانچه این مولکولهای کوچک در اثر شستشوی بیش از حد به وسیلهٔ حلال (در طی جلازدائی نقاشی) برداشته شوند، خواص مکانیکی فیلم صدمه می‌بیند (39).

لاک ژاپنی (حاصل از گیاه Rhus Vernicifera)، فیلمی با کیفیت نسبتاً استثنائی به وجود می‌آورد. در اینجا یک اکسایش آنزیمی در معرض رطوبت صورت می‌گیرد و عصارهٔ مایع گیاه را به یک فیلم کاملاً نامحلول تبدیل می‌کند.

۲. خواص بصری (40)

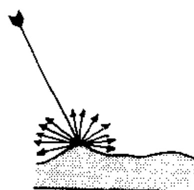
وقتی نور به فیلمِ رنگ یا جلا اصابت میْکند مقداری از آن از سطح مشترک فیلم/هوا باز می‌تابد. این عمل ***بازتاب*** نامیده می‌شود. هر چه بازتاب بیشتر باشد فیلم براق‌تر به نظر می‌رسد. بقیهٔ نور از فیلم عبور می‌کند و وقتی وارد لایهٔ جلا (با **ضریب شکستِ نور** متفاوت می‌شود) جهت پرتوها تغییر می‌یابد. به این عمل **"شکست"** می‌گویند.

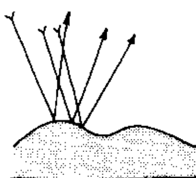
مقداری از این نور به وسیله بست و رنگدانه‌ها **جذب** می‌شود و پرتوهای نور روی سطح ذرات رنگدانه ***بازتاب مضاعف*** می‌یابند.

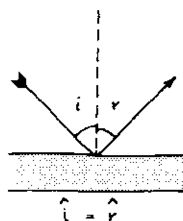
گاهی اوقات هنوز نور کافی برای بازتاب از ماده وجود دارد. این نور از فیلم عبور می‌کند و دوباره وارد هوا می‌شود و دربارهٔ رنگ زمینه به بیننده اطلاعات می‌دهد. در این صورت می‌گویند که رنگ قدرت پوشانندگی خوبی ندارد.

۲-۱. درخشش

نوری که بر سطح کاملاً صافی می‌افتد به وسیله آن سطح بازتاب می‌یابد. لذا زاویه انتشار با زاویهٔ بازتاب برابر است. سطح، مانند یک آینه عمل می‌کند و این پدیده، ***بازتاب کامل*** (آینه‌ای) قلمداد می‌شود.


بازتاب پراکنده


بازتاب نیمه‌کامل

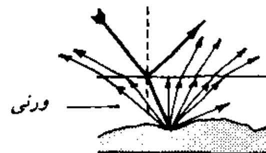


بازتاب کامل

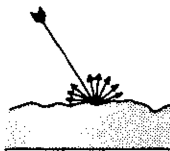
شکل (۱۸)

چنانچه سطح خیلی ناهموار باشد پرتوهای نور در جهات مختلف بازتاب پیدا می‌کنند. ولی در هر نقطه، زاویه انتشار با زاویه بازتاب برابر است. به این ***بازتاب نیمه کامل*** می‌گویند.

اگر ناهمواریهای سطح آنقدر کوچک باشند که اندازه آنها به طول موج نامرئی (۷۰۰-۴۰۰ نانومتر) نزدیک باشد، بازتاب در تمامی جهات صورت می‌گیرد. به این بازتاب، ***بازتاب پراکنده*** می‌گویند. در اینجا مقدار کمی از نور به سمت بیننده باز می‌گردد لذا با افت **درخشش** روبرو هستیم. درخشش یک سطح عبارت است از نسبت میزان شار نوری آینه‌ای به افت شار نوری (41 و 42 و 43).



سطح برّاق


سطح مات

شکل (۱۹)

بنابراین یک سطح موقعی براق‌تر به نظر می‌رسد که میزان بازتاب کامل و نیمه کامل آن بیشتر از بازتاب پراکنده‌اش باشد. این مورد در صورت تخت بودن سطح، تشدید می‌شود. البته باید به ناهمواریهای کوچک و بزرگ، هر دو باهم، توجه نمود. در واقع برخی از ناهمواریهای محدب، نور را در جهات مختلف باز می‌تابانند لذا مقداری از پرتوها به چشم نمی‌رسد. هرگونه ضایعهٔ سطحی مانند "بیماری پوست پرتقالی[1]" یا چروکیدگی باعث می‌شود که سطح، کدر به نظر برسد. این خاصیت سطح را می‌توان با اضافه کردن ماده‌ای مثل موم به جلا اصلاح نمود. همان‌طور که

۱ - *Orange Peeling*، نقصی در سطح رنگ، شبیه به پوست پرتقال.

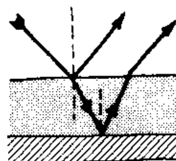
دِویت[1] نشان داده است موم، سطحی دان دان به وجود می‌آورد (52).

درخشش نه تنها به زاویه دید بلکه به نوع روشنایی نیز بستگی دارد: تأثیر روشن‌کنندگی منبع نور نقطه‌ای در مقایسه با منبعِ منتشر، بیشتر است. ضریب شکستِ نور (ر.ک. توضیحات صفحه ۲۵) فیلم نیز عاملِ مهمی است: هر چه ضریب شکست نور بالاتر باشد، شدت بازتاب بیشتر است (40). با انتخاب ماده مناسبی با ضریب شکست نور پائین می‌توان بازتاب نور را به میزانی قابل توجه کاهش داد. این امر با استفاده از لایه سطحیِ ضد بازتاب، امکان‌پذیر است. بدین ترتیب یک لایه پوشاننده با ضخامتی برابر با یک چهارم طول موجِ نور منتشره و ضریب شکستی به ارزش $\sqrt{n}$ می‌تواند تقریباً تمامی بازتاب کامل یک لایه با ضریب شکست n را خنثی کند.

فللر (44) اهمیتِ غلظت و ضریب شکست را در ارتباط با درخشش جلاهای طبیعی و سنتزی روشن ساخته است. همچنین **دِویت** برای شناخت دقیق ماهیت و اهمیت نسبی عوامل مختلف مؤثر در خواص بصری جلاها، پژوهشهایی سیستماتیک را به انجام رسانده است که بر مبنای آن می‌توان بهترین جلا را انتخاب نمود.

۲-۲.کدری ـ قدرت پوشانندگی

کِدری یا قدرت پوشانندگی لایهٔ رنگ عبارت از توانایی آن رنگ برای روکش کردن تکیه‌گاهی است که بر روی آن اضافه شده.



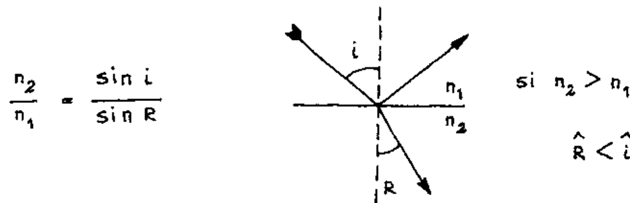
شکل (۲۰)

[1] - De Witte

نور در لایه رنگ همچنان که دستخوش بازتاب، انتشار و جذب می‌شود به عقب و جلو نیز می‌رود. بنابراین اگر اُفت نور در زمان حرکت زیاد باشد و نور کمی به سوی بیننده بازگردد، لایه رنگ تیره‌تر به نظر می‌رسد.

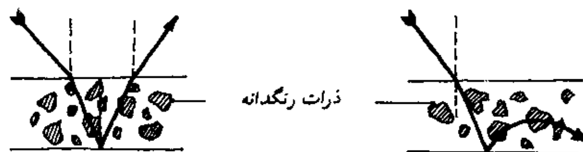
شکست نور

هنگامی که پرتو نور از بَستی با ضریب شکست n_1 وارد بستی با ضریب شکست n_2 می‌شود، جهت بازتاب آن به کمک قانون "اشنل" چنین بیان می‌شود.



شکل (۲۱)

ضریب شکست نور برابر است با نسبتِ سرعت نور در خلاء (۳۰۰,۰۰۰ کیلومتر در ثانیه) به سرعت آن، در بستِ انتخابی.



شکل (۲۲)

میزان نور انتقالی به وسیله لایه رنگ نیز تابعِ تفاوت ضریب شکست نور، بست، و رنگدانه است. هنگامی که پرتو نور از بست وارد یک رنگدانه می‌شود؛ اگر

تفاوت ضریب شکست زیاد باشد، پرتو نور بیشتر منحرف می‌شود. هر چه میزان انحراف بیشتر باشد احتمال بازگشت آن به سوی بیننده کمتر است (شکل ۲۳).

ثابت شده که نقاشیهای رنگ و روغن با گذشت زمان کمتر تیره می‌شوند (58). ضریب شکست روغن بزرک تازه، ۱/۴۸ است. ضریب شکست روغن بزرک کهنه می‌تواند تا ۱/۵۷ برسد، این ضریب به ضریب شکست بسیاری از رنگدانه‌ها نزدیک است (59):

لاجورد	۱/۵-۱/۶
آبی پروس	۱/۵۶
لاجورد فرنگی	۱/۴۹-۱/۵۲
مالاکیت	۱/۶۵-۱/۹۰
کائولن	۱/۵۶
گچ	۱/۵۲-۱/۵۹
دوده عاج	۱/۶۵-۱/۷۰
سفیدآب شیخ	۱/۹۴-۲/۰۹
سفیدآب روی	۲/۰۲
سیلیس	۱/۵۵

از این خاصیت می‌توان برای تعیین ضریب شکست بلورها استفاده نمود. بلورها را پی در پی درون مایعاتی با ضریب شکست متفاوت قرار می‌دهند و مایعی را که بلور در آن شفاف می‌شود، مشخص می‌کنند.

میزان انتشار (صفحه ۱۴) تابع غلظت حجمی رنگدانه، PVC، است. همان‌طور که قبلاً اشاره شد با افزایش غلظت حجمی بحرانی رنگدانه CPVC، قدرت پوشانندگی، سریع تغییر می‌کند. در آن لحظه، فقط برای پر کردن فضاهای خالی بین ذرات، بست وجود دارد. اگر به دلیلی نسبت رنگدانه به بست (با توجه به مقادیری که قبلاً ذکر شد) افزایش یابد فضاهای خالی بین رنگدانه‌ها با هوا پر می‌شود. ضریب شکستِ بست حدود ۱/۵ است، امّا ضریب شکست فضاهای خالی برابر با ضریب

شکست هوا، یعنی ۱/۰ است. تفاوت ضریب شکست رنگدانه‌ها و فضاهای خالی زیاد است و لذا میزان انحراف نور از راه بازتاب افزایش می‌یابد که این امر عامل افزایش قدرت پوشانندگی است (42 و 61).

بدین ترتیب می‌توان علت (به اصطلاح) "نوسازی"[1] رنگها و جلاهای قدیمی با جذب بخار حلال را توضیح داد. فضاهای خالی [ترکها] ایجاد شده در اثر شکست مواد لایه‌ساز به طور موقتی در اثر تورم ناشی از تأثیر حلال پُر می‌شود. این نوسازی موقتی است و با تبخیر حلال، ناپدید می‌شود (62).

انتشار

وقتی که نور وارد لایه رنگ می‌شود با ذرات فراوان و کوچک رنگدانه‌های معلق در بست، برخورد می‌کند. این ذرات تا مدتی پرتوهای نور را در جهات مختلف منتشر می‌کنند، این را ***انتشار مضاعف*** می‌گویند. در صورتی که ذرات یا توده‌های مولکولی از ۱/۵ برابرِ طول موج نور کوچک‌تر باشند نور را متفرق می‌کنند امّا ذراتی که ابعاد بزرگتری دارند نور را منعکس می‌کنند.

در نور فرابنفش و بخش مرئیِ نور، ذرات پراکنده، ابعاد کلوئیدی (از ۰/۰۰۱ تا ۰/۲ میکرومتر) دارند. شدت انتشار برای ذرات کوچکتر از ۱/۱۰ یا ۱/۲۰ طول موج نور دارای تقارن فضایی است؛ این را به نام انتشار رالی[2] می‌شناسند. شدت انتشار نور برگشتی از ذراتِ بزرگتر کمتر است (56).

چنانچه مقدار ذرات رنگدانه‌ای منتشرکنندهٔ نور در لایه‌ای زیاد باشد، بیشتر قسمتهای این لایه کدر خواهد بود.

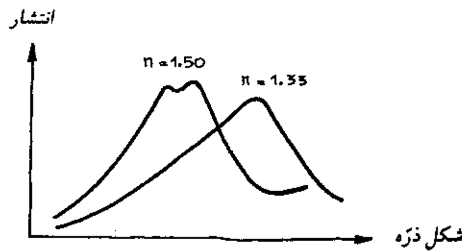
طبق قانون رالی، $I_0 = \frac{I_{inc}}{\lambda_4}$، دامنهٔ انتشار طول موجهای کوتاه (آبی) در مقایسه با طول موجهای بلند (قرمز) بیشتر است. نور خورشید با عبور از جو مقداری از طول موجهای آبی خود را از دست می‌دهد، لذا زرد رنگ به نظر می‌رسد. دامنهٔ

1 - Regeneration

2 - Rayleigh's Diffusion

انتشـار نـور قرمز محدودتـر است، لذا می‌توانـد تا عمق لایـه‌ها نفوذ کنـد ولی جذب نشود (52). بدین ترتیب به کمک اشعه مادون قرمز با طول موج ۲ میکرون می‌توان طرح موجود در زیر لایهٔ رنگ نقاشی‌ها را (هر چند که لایه دارای حداکثر ضخامت باشد) بررسی نمود. **ون اسپرن دبوئر**[1] این روش را معرفی نموده است (141).

علاوه بر این شکل و درجه دیسپرسیون (میزان پراکندگی) رنگدانه‌ها بر انتشار نور تأثیر می‌گذارد. با داشتن ضریب شکست می‌توان پیش‌بینی کرد که چه شکلی از ذرات بیشترین تفرق نور را ایجاد می‌کند (24 و 60).



شکل (۲۳)

پر واضح است که میزان نور انتقالی به یک اندازه تابعِ ضـخامت لایـه و رنگِ زمینه است. زمینهٔ سیاه بیشتر از سفید، نور جذب می‌کند. به همین ترتیب می‌بینیم که استادان فلاندری برای اینکه مطمئن شوند نقاشی بیشترین تابندگی را خواهد داشت از زمینهٔ سفید استفاده می‌کردند.

در این رابطه بـایستی بـه شـفافیت (یـا کـیفیتی مـتضاد تـیرگی، یـا قـدرت پوشانندگی) توجه نمود؛ هر چه شفافیت لایه بیشتر باشد ورود و خـروج نـور بـهتر خواهد بود. ماهیت سطح و به تبع آن، اهمیت خواباندن رنگهای پوسته شده را هم (که

1 - *Van Asperen de Boer*

به گفته **آ. و پ. فیلیپو**[1] "... سیری ضایع شده نقاشی را به آن باز می‌گرداند...") بایستی مد نظر داشت.

۲-۳. رنگ

مقداری از نور نفوذی به درون لایه رنگ به وسیله رنگدانه‌ها و بست جذب می‌شود. جذب بخش مرئی طیف نور، بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، تأثیر بصری رنگ را به وجود می‌آورد.

همان‌طور که می‌دانید تمام رنگهای نور خورشید را می‌توان با ترکیب سه رنگ اصلی قرمز و آبی و سبز به دست آورد. این پدیده را می‌توان با تابانیدن این رنگها از سه منبع نوری مجزا، بر روی پرده رؤیت نمود.

رنگهایی که در نقاشیها می‌بینیم محصول ترکیب سه رنگ اصلی نیستند بلکه از ترکیب سه رنگ فرعی زرد، قرمز ارغوانی[2] و آبی کمرنگ[3] به دست می‌آیند (54).

زرد، نور آبی را جذب و سبز و قرمز را منتقل می‌کند. قرمزِ ارغوانی، نور سبز را جذب می‌کند و نورهای آبی و قرمز را انتقال می‌دهد. آبی کمرنگ، نور قرمز را جذب و آبی و سبز را منتقل می‌کند.

چنانچه نور سفید یک منبع نوری به طور پی در پی با دو فیلتر از رنگهای فرعی، یعنی زرد و ماژنتا قطع شود، نور عبوری به رنگ قرمز دیده می‌شود. اضافه کردن زرد و آبی کمرنگ، رنگ سبز و اضافه کردن قرمز ارغوانی و آبی کمرنگ، آبی می‌دهد.

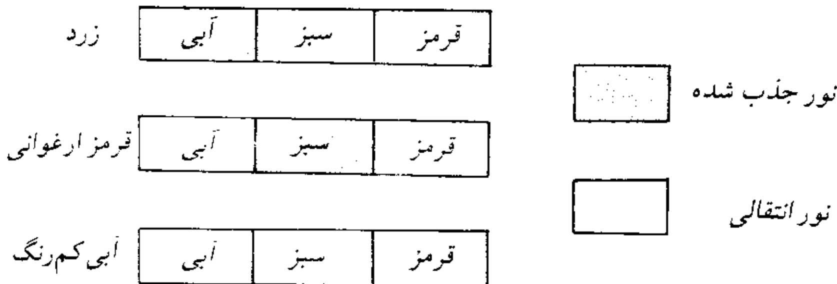
چنانچه هر سه رنگ فرعی با هم اضافه شوند، هیچ کدام منتقل نمی‌گردند و رنگ حاصل سیاه خواهد بود. برای تیره کردن یک رنگ بایستی توجه داشت که: با اضافه کردن آبی کمرنگ به قرمز، قهوه‌ای به دست می‌آید، و با اضافه کردن قرمز ارغوانی به سبز، رنگ زیتونی، و الخ.

---

1 - A. & P. Philippot

2 - Magenta

3 - Cyan blue



شکل (۲۴)

بنابراین واضح است که اگر یک رنگدانهٔ آبی با بست زرد رنگ مخلوط شود به مرور زمان تیره می‌شود.

به نظر می‌رسد استادان فلاندری به این قوانین واقف بودند. آنها نه تنها رنگ آبی لاجوردیشان را با بستی آبکی که زرد نمی‌شد مخلوط می‌کردند، بلکه رنگهای شفاف و خالص را (به منظور دست یافتن به بیشترین میزان تابندگی) کنار هم قرار می‌دادند. به گفته **روبنس**، مخلوط کردن رنگدانه‌ها موجب تیره شدن نقاشی می‌شود (55).

با توجه به توضیحات فوق می‌توان علت بسیاری از ضایعات سطح نقاشیها را توجیه نمود، ضایعاتی نظیر فروکشی، ابری شدن و سفیدک زنی و غیرو.

دربارهٔ دلالت ضمنی و دقیق این عناوین، خطاهای خاصی رخ می‌دهد. استفاده از فرهنگ **پتیت روبرت**[1] برای دیدن تعاریف خیلی سودمند است.

فروکشی (Sinking in): تیرگی ناجوری است که به دلیل جذب روغن به وسیلهٔ تکیه‌گاه به وجود می‌آید و به صورت ته رنگی مات در نقاشی‌ها بروز می‌کند. **مارینیسن**[2] (81) تعاریف ذیل را مطرح می‌کند: "منظور از Sinking-in تیرگی زودرس و موضعی لایهٔ رنگ در نقاشیهای رنگ روغن است. این خاصیت در اثر جذب سریع یا مفرط بست به وسیلهٔ لایه زیرین بروز می‌کند...".

---

1 - *Petit Robert*

2 - *Marijnissen*

ابری شدن (Bloom): طبق تعریف مارینیسن "... پرده اندک آبی رنگی است که بر سطح جلا شکل می‌گیرد و شبیه سرخی سطح برخی از میوه‌ها یا تاری شیشه است...".

قارچ‌زدگی (Blushing): در فرهنگ پتیت روبرت، "محیطی است که رشته‌های قارچ (میسلیوم‌ها) در آن رشد می‌کند" و به صورت فعل، یعنی «نشان دادن اثر قارچ» طبق گفته مارینیسن "نقاشان و مرمتگران از این عنوان به صورتی مضر برای توصیف پدیده‌هایی استفاده می‌کردند که بر روی سطح یکدست جلا پرده‌ای ایجاد می‌کرد، البته این عنوان شامل «ابری شدن» نمی‌شد".

سفیدک‌زنی (Chalking) (69, P. 405): "تشکیل پوششی ترد و پودری شکل بر روی فیلم رنگ که در اثر فساد بست به وجود می‌آید..."

به این ترتیب می‌توان این ضایعات را بر اساس علل بروزشان به طور منطقی طبقه‌بندی نمود.

رطوبت جزو عواملی است که ظاهراً در بروز پدیدهٔ "ابری شدن" دخالت دارد. حضور گروههای هیدروفیل (مانند گروههای اسیدی) در جلا، آشکارا به ایجاد لکه‌ها کمک می‌کند. **ماجوسکی**[1] (50) و **تامسون**[2] (51) وجود سولفات آمونیم بر روی سطوح ابری شده را ثابت کرده‌اند. **هیل**[3] (49) نشان داده است که اگر نقاشی از محیط اطرافش سردتر باشد (حتی با تفاوتی حدود یک درجه سانتی‌گراد) سولفات آمونیم بر روی سطح آن تجمع پیدا می‌کند. آمونیاک و دی‌اکسید سولفور در معرض هوا اکسیده می‌شوند و تشکیل سولفات آمونیم می‌دهند.

وجود بلورهای ریز در سطح جلا، اغلب باعث تفرق نور می‌شود، شاید علت به وجود آمدن پردهٔ مضر در سطح نقاشی نیز همین باشد. عیب مذکور را می‌توان با مالش دادن یک پارچه روی سطح تابلو برطرف نمود. **تامسون** دربارهٔ Bloom نظر دیگری دارد: "Bloom می‌تواند ماده مترشحه ورنی باشد". البته این نظر هنوز به اثبات نرسیده است.

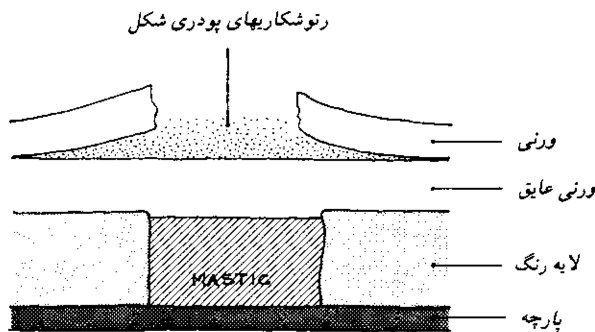
---

1 - Majewski *2 - Thomson*

3 - Hill

نظر سوم این است که هیدرولیز مواد لایه‌ساز باعث تورم و حتی تغییر ضریب شکست می‌شود و به تفرق نور کمک می‌کند. در این راستا بایستی توجه داشت که رزینهای طبیعی با وجود مقاومت زیادی که در برابر Bloom دارند به دشت نم‌گیراند و برخی از آنها بیش از $\frac{۱}{۵}$ وزنشان آب جذب می‌کنند.

فروپاشی بست موجب بروز ظاهر سفیدک زدهٔ نامطلوب‌تری می‌شود. ***کولین***[1] و ***ویلکینسن***[2] (48) تخریب شدید ناشی از پرتوهای خطرناک را مطرح کرده‌اند. بستی که در معرض این پرتوها قرارگیرد، پودر می‌شود و می‌ریزد، لذا به تدریج رنگدانه‌های بیشتری در معرض خطر قرار می‌گیرند. زمانی که میزان رنگدانه نسبت به بست در حد CPVC (ر.ک. صفحه ۱۵) رسید، درخشش لایه دچار اُفت ناگهانی می‌شود (45). سطحی که جلایش به طور نامنظم از بین رفته است نور را به شدت منتشر می‌کند. ***فللر*** (47 و 46) از این ایده برای توضیح علت سفیدک زدن برخی از رتوشهای انجام شده با ترکیب دامار و سفیدآبِ روی (با غلظتی نزدیک به CPVC) استفاده می‌کند (47 و 46).



شکل (۲۵)

1 - Colling *2 - Wilkinson*

علاوه بر این، از دست رفتنِ بست به دلیل فروکشی نیز موجب سفیدک زدن می‌شود.

یک پوشش جدید از جلا می‌تواند حفره‌های خالی جلای زیرین را پُر و از تفرق نور جلوگیری کند، امّا در درستی این کار هنوز جای بحث وجود دارد. زیرا در جلای کهنه بهبودی حاصل نمی‌شود و ترکیبات موجود در آن می‌تواند باعث فساد سریع جلای جدید بشود.

۳. خواص مکانیکی (64)

خواص مکانیکی نقاشیها بر طول عمر آنها تأثیر زیادی می‌گذارد. دربارهٔ تراوایی و تخلخل، دوام، انعطاف‌پذیری و چسبندگی به طور مجزا بحث خواهد شد.

۳-۱. تراوایی ـ تخلخل

تراوایی یک فیلم، توانایی آن برای عبور دادن یک ماده سیال (گاز، بخار، مایع) است. مجموع سوراخها، منافذ، درزها، شکافها و ترکهای موجود در فیلم را ***تخلخل*** می‌گویند.

دو خاصیت تراوایی و تخلخل تحت تأثیر عوامل مختلفی به وجود می‌آید که عوامل اصلی آن عبارتند از ماهیت مواد موجود در لایه رنگ، رنگدانه، بست، حلال (ن. ک. صفحات ۱۲ تا ۱۵)، نحوهٔ تشکیل فیلم و واکنشهای شیمیایی که در طول زمان انجام می‌شود.

تراوایی فیلم در برابر بخار آب، در حفظ آثار تاریخی نقش مهمی دارد. این عامل بر تورم و انقباض تکیه‌گاههای حساس در برابر رطوبت (چوب، کتان) تأثیر می‌گذارد و فروپاشی ناشی از هیدرولیز را تسریع می‌کند.

ترکیب شیمیایی ماده لایه‌ساز در تعیین تراوایی آنها در برابر آب نقش عمده‌ای دارد. تراواترین مواد گروههای آبدوست بیشتری دارند. این گروهها در طی اکسایش روغنهای خشکانه تشکیل می‌شوند. خصلت استثنایی روغنهای بزرک غلیظ، که میزان اکسایش آنها در حین خشک شدن کاهش می‌یابد (ن.ک. صفحه ۵۱)، ناشی از همین امر است.

مواد لایه‌ساز	نفوذپذیری در برابر بخار آب (141) g/m^2/day
پارافین	۰/۱۷
صمغ لاک	۸/۹
کلوفان	۱۹/۷
روغن بزرک غلیظ	۵۰
روغن بزرک	۱۰۴
ژلاتین	۱۲۶
اتیل سلولز	۵۳۷

۳-۲. استحکام

مقاومت لایه رنگ در برابر نفوذ اجسام سخت را استحکام گویند. این خاصیت خیلی پیچیده و تابع عواملی است متعدد. برهم‌کنشهای درون و بین مولکولیِ مولکولهای بست بر استحکام لایه تأثیر می‌گذارد. با اینکه مولکولهای رزینهای گرمانرم فقط به وسیله نیروهای واندروال و پیوندهای قطبی بهم متصل هستند. استحکامشان از رزینهای گرماسخت (که با پیوندهای کووالانس بهم متصل هستند) کمتر است (65).

فللر (66) دوام بسیاری از رزینهای طبیعی و مصنوعی را اندازه‌گیری کرده است. در مجموع می‌توان گفت که استحکام رزینهای طبیعی از رزینهای سنتزی مورد استفاده در حفظ و مرمت آثار تاریخی بیشتر است.

این استحکام را می‌توان معلولِ ساختار مولکولی رزینهای طبیعی دانست. این رزینها مولکولهای خیلی صُلبی به وجود می‌آورند که با نیروهای قطبی قوی یکدیگر را جذب می‌کنند. نتایج حاصل از تجزیهٔ اشعه ایکس (67) مشخص کرده است که با نزدیک شدن فواصل بین مولکولی و آرایش منظم آنها، استحکام افزایش پیدا می‌کند. وجود رنگدانه‌های خیلی سخت و پرکننده‌ها، استحکام لایهٔ رنگ را افزایش می‌دهد، برای مثال می‌توان به آبی پروس و قطران زغال سنگ (قرمز انگلیسی) اشاره نمود.

سختی	رزینها (66)
۸۱	دامار و ماستیک
۶۳	P.V.A. (پلی وینیل استات)
۳۰	n ـ بوتیل متاکریلات

واکنش بین بست و رنگدانه‌ها نیز می‌تواند مهم باشد. برخی از رنگدانه‌ها مانند سرنج، سفیدآب شیخ و سفیدآب روی با روغن واکنش انجام می‌دهند و صابونِ سخت تولید می‌کنند.

۳-۳. انعطاف‌پذیری

به حداکثر انبساط طولی (کشیدن، پیچاندن یا خم کردن) که موجب پاره شدن لایه نشود انعطاف‌پذیری اطلاق می‌شود (64). انعطاف‌پذیری با قابلیت ارتجاع و شکل‌پذیری فیلم رابطه دارد (69 و 68).

قابلیت ارتجاع یک فیلم، توانایی آن به کشش و نظم دادن زنجیره‌های مولکولی در جهتی است که نیرو به آن وارد می‌شود.

هر ماده‌ای دارای حد کشسانی مشخص است. چنانچه کشش پائین‌تر از این حد باشد، فیلم دستخوش تغییر ارتجاعی می‌شود. این تغییر، آنی، کاملاً برگشت‌پذیر و متناسب با نیروی وارده است. مطابق **قانون هوک**[1].

نیروی وارده = F

λ = تغییر شکل = $\frac{dL}{L}$

مدول یونگ[2] = E

L ——— dL ——→ F

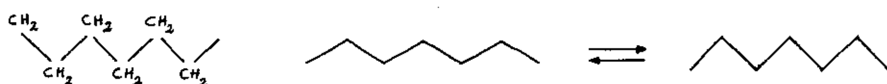
$F = E\lambda$

شکل (۲۶)

1 - *Hookes Law*

2 - *Young's Modulus*

چنانچه نیروی کشش از حد کشسانی فراتر رود فیلم ازدیاد طول بیشتری پیدا می‌کند ولی دیگر به حالت اول بر نمی‌گردد. این تغییر شکل پلاستیک (مومسان) است و با مدت زمانی که نیرو وارد می‌شود تناسب دارد. تفاوت بین این دو نوع تغییر شکل را می‌توان با تراز مولکولی شرح داد. اغلب مواد لایه‌ساز از زنجیره‌های گروههای متیلنی (CH_2) تشکیل شده‌اند. این زنجیره‌ها حالت زیکزاک دارند و به آسانی خم یا کشیده می‌شوند. زیرا اتمهای کربن می‌توانند به راحتی در اطراف پیوندهای منفردِ متصل به خود، بچرخند.



شکل (۲۷)

در مورد لایه‌های رنگ، تغییر شکل ارتجاعی اساساً مربوط است به کشش این زنجیره‌های خطی. از طرف دیگر، تغییر شکل پلاستیک شامل لغزش کامل ماکرومولکولها در امتداد یکدیگر است (68).

در عمل معمولاً این دو نوع تغییر شکل همزمان روی می‌دهد. چنانچه نیروی شدیدی به فیلم وارد شود، میزان تغییر شکل پلاستیک (در صورتی که نیرو موجب گسستن فیلم نشود) بیشتر خواهد بود. چنانچه نیرو به آرامی وارد شود، فیلم در ابتدا دچار تغییر شکل ارتجاعی می‌شود ولی به تدریج این تغییر پلاستیک می‌شود. اگر نیرو به سرعت وارد شود فیلم قبل از گسستن، ازدیاد طول بیشتری پیدا می‌کند.

نرم‌کننده‌ها

بسیاری از مواد لایه‌ساز طبیعی انعطاف ندارند. برخی از آنها مانند رزینهای ترپن از مولکولهای صلب تشکیل شده‌اند. برخی هم مانند پروتئین‌ها و کربوهیدراتها جاذبه‌های قوی بین مولکولی از خود نشان می‌دهند که از لغزش مولکولها روی

یکدیگر جلوگیری می‌کند. این عیب را با افزودن "نرم‌کننده" می‌توان برطرف نمود. گلیسیرین و عسل می‌توانند بستهای آهکی را نرم کنند و صمغ لامی چنین نقشی را برای رزینهای ترپن ایفا می‌کند.

این‌گونه مواد نرم‌کننده، مایعات غیر فرّار یا جامدات نرمی هستند که در فیلم خشک شده باقی می‌مانند. مواد مذکور فضای بین زنجیره‌های مولکولی را زیاد می‌کنند، لذا نیروهای بین مولکولی کاهش می‌یابد و انعطاف زیاد می‌شود.

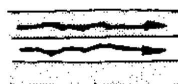
۳-۴. قدرت چسبندگی (72 و 71 و 70 و 64)

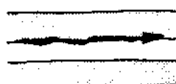
قدرت چسبندگی عبارت است از توانایی یک پوشاننده برای چسبیدن به تکیه‌گاهش.

چسبندگی، توانایی مادهٔ پوشاننده است برای اینکه اتصال خود را به تکیه‌گاه حفظ کند.

بستِ رنگ، رنگدانه‌ها را به یکدیگر متصل می‌کند و آنها را به تکیه‌گاه می‌چسباند. در محل اتصال، چسب پلی است بین دو تکیه‌گاه.

چسبندگی فیلم به تکیه‌گاهش را اغلب با توجه به مقدار نیروی لازم برای شکستن پیوند چسبی اندازه‌گیری می‌کنند. این شکست می‌تواند **شکست چسبی**[1] یا **شکست همچسبی**[2] باشد.


شکست همچسبی


K شکست چسبی

شکل (۲۸)

1 - Adhesive Break
2 - Cohesive Break

عوامل چسبندگی

الف) عوامل مکانیکی، چسبندگی مکانیکی

فیلم مایع می‌تواند ناهمواریهای سطح جسم را پر کند و پس از خشک شدن در آنجا (چسبیده) باقی بماند. فیلم باید در ابتدا به قدرکافی مایع باشد تا بتواند جسم را مرطوب نماید. جسم باید متخلخل باشد و فیلم نیز نباید هنگام خشک شدن منقبض گردد.

ب) عوامل فیزیکی ـ شیمیایی، چسبندگی ویژه

طرحِ عوامل مکانیکی، به تنهایی برای توصیف پدیدهٔ چسبندگی کافی نیست زیرا در مورد چسباندن دو سطح صاف بی‌ربط به نظر می‌رسد.

در چسبندگی مجموعهٔ پیچیده‌ای از انواع نیروهای جاذبه (نیروهای واندروال، پیوندهای قطبی، پیوندهای الکترووالانس، پیوندهای کووالانس، پیوندهای هیدروژنی و...) وارد عمل می‌شود میزان تأثیر هر یک از عوامل مذکور تابع ماهیت جسم و نوع چسب است. این نیروهایِ مشابه عامل مرطوب شدن تکیه‌گاه به وسیلهٔ فیلم مایع و همچنین استحکام پیوند بین فیلم خشک شده و جسم است. لایه‌ای که سطح را خوب مرطوب نکند، نخواهد چسبید، امّا انرژی لازم برای چسبندگی از انرژی لازم برای مرطوب شدن بیشتر است (۱ تا ۲ کیلو کالری بیشتر).

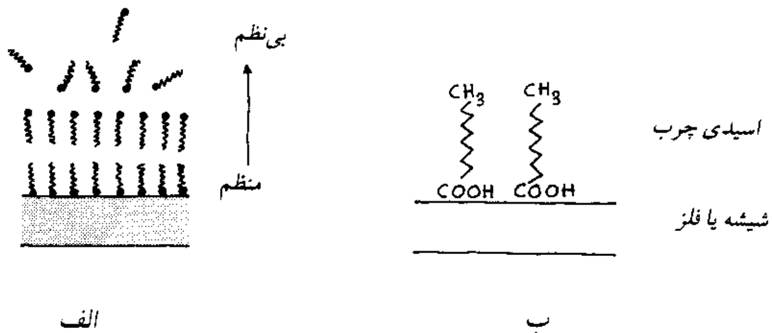
ترکیبات غیر قطبی مانند مومهای پارافین قدرت چسبندگی کمی دارند زیرا فقط می‌توانند نیروهای واندروال را اعمال کنند. قدرت چسبندگی موم زنبور بیشتر است زیرا در این ماده مقداری ترکیبات قطبی وجود ارد. برای کسب قدرت چسبندگیِ لازم برای آسترگیری لازم است که یک رزین ترپن را (که دارای قطبیت بیشتری است) به مخلوط چسب اضافه نمایند.

بدیهی است که چسبندگی فیلم به یک جسم قطبی با افزایش گروههای قطبی موجود در ماده لایه‌ساز افزایش پیدا می‌کند. قدرت چسبندگی مولکولهایی که زنجیره‌های خطی دارند (به ویژه اگر که آرایش آنها منظم باشد) از مولکولهای دارای

زنجیره‌هایِ شاخه‌دار، کمتر است. البته این امر تابع ساختارِ لایه‌ای است که واکنشها درون آن صورت می‌گیرد. در واقع این لایه دارای خواص ویژه‌ای است. ضخامت آن به ندرت از چند واحد ده آنگسترومی تجاوز می‌کند، چون دامنه نیروهای جاذبه وسیع نیست با افزایش فاصله، تأثیر آنها کم می‌شود.

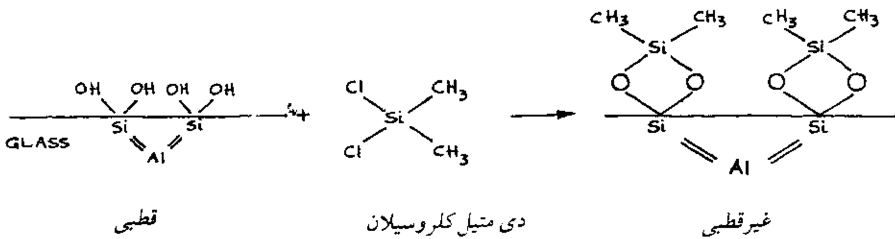
ساختارِ لایه‌ای که واکنشها در آن انجام می‌شود اغلب جهت‌گیری‌های مولکولی از خود بروز می‌دهد که منجر به افزایش استحکام می‌شود. ماکرومولکولهای مواد لایه‌ساز (بسته به نحوهٔ آرایش و تعداد انشعاب زنجیره‌ها) به صورت کم و بیش عمودی یا اریب نسبت به جزء مورد عمل (جسم) قرار می‌گیرند (شکل ۲۹ الف).

دیده شده که برخی از چرکیها از جمله اسیدهای چرب، به طرف سطح شیشه یا فلز جهت‌گیری می‌کنند (شکل ۲۹ ب).



شکل (۲۹)

گروههای قطبی به طرف جسم و گروههای غیر قطبی متیل به طرف خارج جهت‌گیری می‌کنند. این مجموعه را با یک مایع قطبی یا یک چسب نمی‌توان مرطوب نمود. لذا بدیهی است که پیش از چسبانیدن دو سطح به یکدیگر بایستی آنها را چربی‌زدایی نمود. پدیدهٔ جهت‌گیری نیروهای جاذبه به همین صورت در واکنشِ سیلیکون با شیشه و کاغذ رخ می‌دهد و کاغذ را در برابر آب عایق می‌کند.



شکل (۳۰)

وجود نرم‌کننده یا حلال می‌تواند در محل واکنش چسب با جسم به تشکیل لایه لطمه بزند، زیرا این مواد برای به دست آوردن محلی بر روی جسم، با چسب به رقابت می‌پردازند. به علاوه استفاده از حلال اضافی جایز نیست زیرا هنگام خشک شدن موجب انقباض لایه می‌شود. در این موارد چسبهای دگرروان (مانند سریشم حیوانی) فواید مهمی دارند. این مواد پس از اضافه شدن به سطح بی‌درنگ آن را به خوبی مرطوب می‌کنند، سریع سفت می‌شوند و در هنگام چسب‌زنی، تنظیمِ آسان دو تکه را امکان‌پذیر می‌کنند.

به طور خلاصه بایستی گفت که داشتن یک اتصال چسبی خوب منوط به تمیز کردن دو قطعه است؛ همچنین برای اطمینان از وجود حداکثر نیروی جاذبه، بایستی لایه چسب در نازکترین و پیوسته‌ترین حدِ ممکن باشد.

فصل دوّم

تشریح مواد لایه‌ساز طبیعی

مواد لایه‌ساز اصلی خیلی متعدد و گوناگون هستند، لذا بایستی آنها را در دسته‌های بزرگ تقسیم‌بندی کرد. در این کتاب از تقسیم‌بندی زیست شیمیدانها استفاده شده است (73):

۱ـ لیپیدها یا مواد چرب
۲ـ گلوسیدها یا ترکیبات قندی
۳ـ پروتئینها یا مواد آلبومینی

گروه مهمی از مواد لایه‌ساز مشتق از طیف گستردهٔ گیاهان به اینها اضافه می‌شود.

۴ـ ترپنها یا مواد رزینی

علاوه بر مواد حیوانی و گیاهی فوق‌الذکر باید به مواد معدنی هم اشاره نمود (75 و 74). آخرین گروه عبارت است از:

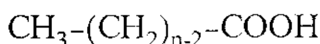
۵ـ مواد تقطیری: قطران، قیر

۱. لیپیدها یا مواد چرب (77 و 76)

بررسی اجمالی این مواد که در حالت مایع روغن و در حالت جامد، موم یا چربی نامیده می‌شوند کار دشواری است. نقطه اشتراک همهٔ آنها این است که روی کاغذ لکه‌های تیره‌ای ایجاد می‌کنند. چربیها در آب نامحلول‌اند و دانسیته آنها از آب کمتر است، امّا معمولاً در حلالهای آروماتیک و کلردار، در اتر و در دی سولفور کربن محلول‌اند.

اغلب لیپیدها حاوی استرهایی هستند با انواع زنجیرهای خطی اسیدهای آلی. این اسیدها که وزن مولکولی بالایی هم دارند اسید چرب نامیده می‌شوند و به سه گروه تقسیم می‌شوند.

۱ - ۱. اسیدهای سیر شدهٔ نرمال



$CH_3\text{-}(CH_2)_{n-2}\text{-}COOH$

مانند:



اسید پالمیتیک[۱] $C_{16}H_{32}O_2$ اسید استئاریک[۲] $C_{18}H_{36}O_2$



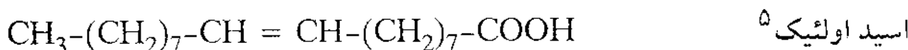
اسید سروتیک[۳] $C_{26}H_{52}O_2$ اسید ملیسیک[۴] $C_{30}H_{60}O_2$

این اسیدها خیلی پایدارند، فقط خاصیت اسیدی ضعیف آنها موجب برخی واکنشهای شیمیایی می‌گردد. نمکهای این اسیدها را به نام صابون‌ها می‌شناسند.

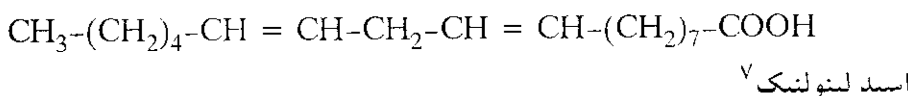
۱ - ۲. اسیدهای چرب سیر نشده

این اسیدها دارای یک یا چند پیوند دوگانه کربن ـ کربن هستند.

مانند:



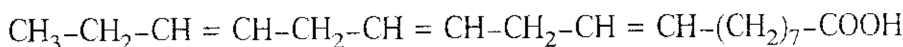
اسید اولئیک[۵] $CH_3\text{-}(CH_2)_7\text{-}CH = CH\text{-}(CH_2)_7\text{-}COOH$



اسید لینولئیک[۶]

$CH_3\text{-}(CH_2)_4\text{-}CH = CH\text{-}CH_2\text{-}CH = CH\text{-}(CH_2)_7\text{-}COOH$

اسید لینولنیک[۷]



$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH = CH\text{-}CH_2\text{-}CH = CH\text{-}CH_2\text{-}CH = CH\text{-}(CH_2)_7\text{-}COOH$

---

1 - *Palmitic acid*
2 - *Stearic acid*
3 - *Cerotic acid*
4 - *Melissic acid*
5 - *Oleic acid*
6 - *Linoleic acid*
7 - *Linolenic acid*

پیوندهای دوگانه کربن ـ کربن با اکسیژن هوا واکنش انجام می‌دهند این اکسایش عامل اصلی ترشیده شدن چربیهاست. واکنش پیچیده اکسایش همچنین باعث تجزیهٔ ماده و تولید مواد بدبو (اسیدها و آلدئیدها) می‌شود.

وجود چندین پیوند $C = C$ (اسیدهای لینولئیک و لیفولنیک) به خصوص باعث فعال شدن مولکول می‌شود. عامل اصلی خشک شدن روغنها پیوندهای دوگانه است.

۱ - ۳. هیدروکسی اسیدها

همان‌طور که از نامشان پیداست این اسیدها حاوی گروههای هیدروکسیل هستند.

مانند:

اسید ریسینولئیک[1] $CH_3\ (CH_2)_5\text{-}CHOH\text{-}CH_2\text{-}CH = CH\text{-}(CH_2)_7\text{-}COOH$

تمامی این اسیدهایِ چرب اغلب به عنوان استر (یعنی در ترکیب با یک الکل) در لیپیدها موجوداند. بسته به نوع الکل، لیپیدها را به سه گروه تقسیم می‌کنند:

الف) گلیسیریدها

الکلِ این گروه گلیسرول است: $CH_2\ OH\text{-}CHOH\text{-}CH_2\ OH$

این گروه به مراتب گسترده‌ترین گروه است و اغلب چربیهای نباتی و حیوانی، مانند روغن، کره، پیه و غیرو، را شامل می‌شود.

ب) سریدها

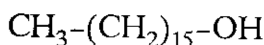
الکل این گروه، خطی و دارای وزن مولکولی بالاست. مثال:

الکل میریسیلیک[2] $CH_3\text{-}(CH_2)_{28}\text{-}CH_2\ OH$

الکل سریلیک[3] $CH_3\text{-}(CH_2)_{24}\text{-}CH_2\ OH$

1 - *Ricinoleic acid*
2 - *Myricilic alcohol*
3 - *Cerilic alcohol*

الکل ستیلیک[1]

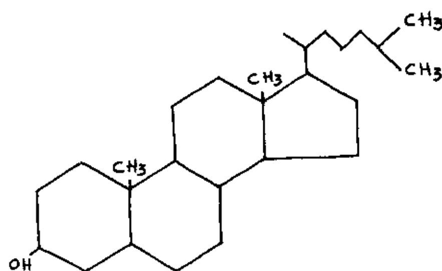


و غیرو.

اینها ترکیبات اصلی مومها هستند. استرها معمولاً از یک اسید و یک الکل تشکیل شده‌اند و اتمهای کربن آنها با یکدیگر برابر است.

ج) استروئیدها

الکل مورد نظر، یک استرول است، یعنی ماده‌ای با ساختار چهار حلقه‌ای. معمول‌ترین آنها کلسترول است.



شکل (۳۱)

استروئیدها را می‌توان در صفرای گاو، روغنِ زردهٔ تخم‌مرغ، سنگهای صفراوی و نیز در برخی از گیاهان مانند چاودار (که "ارگسترول"[2] از آن به دست می‌آید) پیدا نمود.

الف) گلیسیریدها

در منابع مربوط به گلیسیریدها، اشاره‌های مکرری با عناوین صابونی شدن، هیدرولیز، هیدروژنش مشاهده می‌شود که می‌توان آنها را به صورت ذیل (در صفحهٔ بعد) شرح داد:

---

1 - Cetyl alcohol *2 - Ergosterol*

صابونی شدن

صابون از حرارت دادن یک چربی یا روغن، همراه با هیدروکسید سدیم یا پتاسیم، گلیسرول و یک نمک قلیاییِ اسید چرب درست می‌شود. عدد صابونی شدن، تعداد میلی‌گرم هیدروکسید پتاسیم مصرفی برای یک گرم نمونه، است. در درجه اول ممکن است به نظر برسد که هر چه وزن مولکولی گلیسرید بیشتر باشد عدد صابونی شدن کوچکتر می‌شود، با این حال بایستی توجه داشت که امکان خنثی شدن اسیدهای چرب آزاد موجود در نمونه نیز وجود دارد.

هیدرولیز

هیدرولیز گلیسریدها موجب تشکیل گلیسرول و اسیدهای چرب آزاد می‌شود. در گذشته از هیدرولیز با اسید سولفوریک در حرارت ۱۱۰ درجه سانتیگراد برای ساخت شمعهایی متشکل از ترکیب اسیدهای استئاریک و پالمیتیک استفاده می‌شد. امروزه این اسیدهای چرب را از اکسایش پارافین‌های نفتی به دست می‌آورند.

هیدروژنش

عبارت است از تبدیل پیوندهای دوگانه $C = C$ به پیوندهای سیر شدهٔ $C - C$ از طریق افزایش هیدروژن. این عملیات در صنعت اهمیت زیادی دارد زیرا به ما امکان ساخت چربیهای جامد از روغنها را می‌دهد. برای تهیه کره نباتی از این روش استفاده می‌شود. همچنین هیدروژنشِ روغن کرچک در ساخت رزینهای آلکیدی حائز اهمیت است.

چربیهای حیوانی ـ پیه

چربیهای حیوانی را معمولاً در کشتارگاه از احشام گوسفند و خوک به دست می‌آورند.

ـ ترکیب

گلیسیریدها حاوی اسید اولئیک (۴۰٪±)، اسید پالمیتیک (۲۵٪±)، اسید

استئاریک (۲۰٪±)، اسید میریستیک[1] (۵٪±) و اسید لینولئیک (۲٪±) هستند. به علاوه مقدار کمی هم کلسترول و (سایر) اسیدهای چرب دارند (اسید آراشیدونیک[2]، اسید الایدیک[3]، اسید واکسنیک[4] و غیرو).

ـ خواص

این چربیها علاوه بر استفاده‌های غذایی، به عنوان روان‌ساز به ویژه در معالجه چرم کاربرد دارند.

چربیهای نباتی

در قلمرو گیاهان نیز چربیهای جامدی چون کرهٔ نارگیل و کرهٔ نخل یافت می‌شود که در درجه اول مصرف غذایی دارد.

تفاوت چربیهای نباتی با حیوانی درکمتر بودن اسیدهای چرب آنهاست، C_6 تا C_{14}، عمدتاً اسید لوریک[5] $CH_3-(CH_2)_{10}-COOH$.

روغنهای خشکانه و نیمه خشکانه (80، 79، 78، 77، 76)

روغنهای حیوانی، مانند روغن نهنگ و روغن ماهی، فقط اهمیت خوراکی دارند و خاصیت خشک‌شوندگی ندارند، لذا در این مبحث بیشتر به روغنهای نباتی پرداخته می‌شود. این روغنها در تخم، پوست، هسته و میوهٔ گونه‌های مشخصی از گیاهان وجود دارند (76).

روغنِ "**خشکانه**" روغنی است که پس از گسترش یافتن به صورت یک لایهٔ نازک، در طی زمانی معقول (چند روز) تشکیل یک فیلم پیوسته می‌دهد (37).

قدرت خشک‌شوندگی تابعِ تراکم اسیدهای چرب چندتایی سیر نشده در

1 - *Myristic acid*
2 - *Arachidonic acid*
3 - *Elaidic acid*
4 - *Vaccenic acid*
5 - *Lauric acid*

روغن است. برای اینکه روغنی خشکانه محسوب شود بایستی این تراکم حداقل به ۶۵٪ برسد. وجود اسید لینولنیک برای خشک شدن سریع، ضروری است.

روغنها همچنین حاوی اسیدهای چرب سیر شدهٔ خیلی مقاومی هستند که غلظت آنها در طی زمان به ندرت تغییر می‌کند. **میلز**[1] (79) یک روش تجزیه به طریقهٔ رنگ‌نگاری گازی پیشنهاد کرده است که اساس آن بر نسبت اسید پالمیتیک به اسید استئاریک، استوار است. این نسبت در طول زمان ثابت باقی می‌ماند و همان‌گونه که در جدول ذیل می‌بینیم جزو صِفات اختصاصی هر روغن است:

روغن	اسید لینولئیک	اسید لینولنیک	درصد کامل اسیدهای سیر نشدهٔ چندتایی	نسبت پالم./استئار.	(80 ، 9) n ۲۵°C
بزرک	٪۱۵	٪۵۲	٪۶۷	۱/۴-۱/۹	۱/۴۸۰۰
خشخاش	٪۷۶	—	٪۷۶	۴/۲-۵/۰	۱/۴۷۷۰
فندق	٪۶۱	٪۱۲	٪۷۳	۲/۷-۳/۰	۱/۴۷۷۰
سویا	٪۵۴/۴	٪۷/۳	٪۶۱/۷		۱/۴۸۱۳
کافیشه	٪۷۵/۸	٪۱	٪۷۶/۸		۱/۴۷۴۴
آفتابگردان	٪۶۳/۵	—	٪۶۳/۵		۱/۴۷۹۶

اسید اولئیک هم که اغلب به مقدار زیاد موجود است از اسیدهای سیر نشدهٔ چندتائی پایدارتر است.

روغن بزرک

از تخم گیاه ***لینوم اوزیتاتیسیموم***[2] استخراج می‌شود.

ـ ترکیب

ترکیب آن تابع عوامل مختلفی مانند کیفیت دانه‌ها، اقلیم، خاک و همچنین روشهای استخراج و تصفیه است.

---

1 - Mills

2 - Linum Usitatissimum

در طی عصاره‌گیری استفاده از حرارت زیاد جایز نیست، زیرا باعث تغییر رنگ محصول می‌شود و ترکیب تری گلیسریدها را تغییر می‌دهد. فسفولیپیدها، لیزاب‌ها (موسیلاژها) و سایر ناخالصی‌های موجود در عصاره دانه‌ها را بایستی خارج نمود؛ وجود اندکی آب باعث لخته شدن لیزاب‌ها می‌شود. ماده رنگی روغن را با عبور دادن آن از روی گِل رس جدا می‌کنند.

ـ خواص

نحوه تشکیل فیلم به وسیلهٔ روغن خشکانه قبلاً شرح داده شد (ص. ۲۳ تا ۲۷). فیلم روغنی دارای خواص ویژه‌ای است که در ذیل تشریح می‌شود (37):

معمولاً فیلم "خشک ـ لمس" روغن بزرک، لینوکسین نامیده می‌شود. شبکه متخلخل گلیسریدهایی که به صورت موضعی اکسیده و پلیمریزه شده‌اند درون حفره‌های خود مقداری از مولکولهای تغییر نیافتهٔ گلیسیرید را نگه می‌دارد. همراه با تشکیل شبکه‌های سه بُعدی، پدیدهٔ انقباض می‌تواند منجر به حرکت مواد مایع به سطح فیلم و لایه‌های زیرین گردد. این اتفاق که به *"آب انداختن"* موسوم است علت ظاهر شدن فیلمی چسبناک بر روی سطح خشک نقاشی رنگ روغن است. هنگامی که فیلم لینوکسین شروع به خشک شدن می‌کند فیلم روغن هنوز نرم و دارای مقاومت مکانیکی و شیمیایی پائین است. ساختار لایهٔ مذکور خیلی متخلخل است و یک مایع (مانند روغنِ مایع و راکدِ لایه زیرین) به راحتی می‌تواند در آن منتشر شود. لذا در این مرحلهٔ حساس امکان بروز پدیدهٔ فروکشی زیاد است (81). استحکام مکانیکی در این مرحله ناچیز است زیرا این ساختار با داشتن وزن مولکولی بالا، فقط پیوندهای ضعیف ثانویه (مانند پیوندهای هیدروژنی) دارد نه پیوندهای کووالانس. با گذشت زمان و انجام واکنش‌های اکسایش و بسپارش، فیلم مستحکم‌تر می‌شود و ترکیبات اسیدی (مانند اسید پروپیونیک[1]، اسید آزلاییک[2] و غیرو) شکل می‌گیرند؛ ضریب

---

1 - *Propionic acid*
2 - *Azelaic acid*

شکست نور افزایش می‌یابد و برابر ضریب شکست برخی از رنگدانه‌ها می‌شود و به تبع آن شفافیت افزایش می‌یابد.

راههای متعددی برای افزایش سرعت خشک شدن روغن وجود دارد. از این قرار، با حرارت دادن تا دمای ۱۶۰-۱۵۰ درجه سانتیگراد با مقدار کمی از نمکهای سرب کبالت یا منگنز، **روغن جوشیده** [روغن الیف] به دست می‌آید. با این کار اکسایش و بسپارش شروع می‌شود. روغنِ محصول غلیظ‌تر است و سریعتر خشک می‌شود. با دمیدن هوا در روغن داغ نیز نتیجه مشابهی حاصل می‌شود و **روغن دمیده**[1] به دست می‌آید. هر دو روش مذکور موجب تشکیل کِتونهای سیر نشده‌ای می‌شود که عامل زرد شدن روغن هستند.

در صورتی که شرایط برای بسپارش فراهم‌تر باشد تا اکسایش، محصولات کم‌رنگ‌تری به دست می‌آید. **روغن بزرک غلیظ**[2] به این روش تولید می‌شود. حرارت بین ۲۸۰ تا ۳۱۰ درجه سانتی‌گراد در خلاء داده می‌شود. بسپارش، قدرت خشکانهٔ روغن و درخشندگی و خاصیت ضد آبیِ فیلم محصول را (که کمرنگ‌تر است) افزایش می‌دهد (82)، در عوض، تأثیر نور بر روغن بزرک خیلی پیچیده است. در واقع با اینکه معمولاً نور عامل زرد شدن است، اغلب دیده می‌شود که نقاشی رنگ و روغن نگهداری شده در تاریکی بیشتر تیره شده است. چنین نقاشی‌ای پس از قرارگیری مجدد در معرض نور، رنگمایه اصلی خود را باز می‌یابد (83 ، 77). شاید بتوان این رفتار متناقض را بدین صورت توجیه کرد که در تاریکی کتونهای سیرنشدهٔ مزدوجِ غالباً رنگین، که در برابر نور ناپایدار هستند، به وجود می‌آیند.

اخیراً تأثیر رنگدانه‌ها بر کهنه شدن روغن بزرک بررسی شده است (146). محققان نشان داده‌اند که در موارد خاص شنگرف می‌تواند در معرض نور فرابنفش موجب فروپاشی روغن شود درحالی که زنگار بر روغن تأثیر مقاوم‌کننده دارد.

1 - *Blown oil*

2 - *Stand Oil*

روغن خشخاش

این ماده از دانه‌های گیاه **پاپاوه سومنیفروم**[1] استخراج می‌گردد.

ـ ترکیب

روغن خشخاش حاوی درصد کمتری از اسیدهای سیرنشدهٔ خیلی فعال است (فاقد اسید لینولنیک) لذا کندتر از روغن بزرک خشک می‌شود.

ـ خواص

روغن خشخاش کمتر از بزرک زرد می‌شود ولی زود خشک نمی‌شود. فیلم آن تا حدود ۳ ماه متخلخل باقی می‌ماند و تمایل به "آب انداختن" دارد.

روغن گردو

این روغن از میوه‌های هسته‌دارِ گیاه **ژوگلانز رژیا**[2] (درخت گردو) به دست می‌آید.

ـ ترکیب

روغن گردو حاوی ۱۲٪ اسید لینولنیک است که در مقایسه با روغن خشخاش، قدرت خشکانهٔ نسبتاً بیشتری به آن می‌دهد.

ـ خواص

طبق منابع قدیمی می‌توان قضاوت کرد که:

در گذشته از روغن گردو برای رنگمایه‌های شفاف استفاده کرده‌اند. **لائوری** (84) روشی برای افزایش قدرت خشکانهٔ آن پیشنهاد کرده است: "روغن باید به صورت فیلم نازک بر روی آب منتشر شود و در معرض هوا و نور قرار گیرد."

---

1 - *Papaver Somniferum*

2 - *Juglans Regia*

روغن زرده تخم‌مرغ

زرده تخم‌مرغ حاوی ۱۷ تا ۳۸ درصد لیپید است که به وسیلهٔ حلالهای کلردار یا اتر قابلِ استخراج است. بخش گلیسریدی زرده دارای اسیدهای چرب سیر شدهٔ پالمیتیک و استئاریک و اسیدهای سیرنشدهٔ اولئیک، لینولئیک و کلوپادونیک[1] است.

از آنجا که این ترکیبات قدرت خشکانهٔ پائینی دارند روغن زرده تخم‌مرغ خالص به راحتی خشک نمی‌شود. با اضافه کردن زرده تخم‌مرغ به روغن بزرک، سخت شدن بزرک به تعویق می‌افتد.

با این حال می‌توان از این روغن به عنوان نرم‌کننده‌ای بسیار سودمند در نقاشی تمپرای تخم‌مرغی استفاده نمود.

ب) سریدها

سریدها یا مومها مواد جامدی هستند که به راحتی ذوب می‌شوند و صابونی کردن آنها به وسیله مواد قلیایی کار مشکلی است. این مواد حاوی استرهای دراز زنجیرِ اسیدها و الکلها هستند. منابع مومهای طبیعی خیلی متفاوت هستند: معدنی، نباتی و حیوانی.

---

1 - Clupadonic

خواص عمومی مومهای طبیعی (80-85)

مومها	نقطه ذوب	استحکام	عدد اسیدی*	اندیس ید**	ضریب شکست نور
معدنی					
مومیا (سرزین)	۵۴-۷۷		۰	۷-۹	۱/۴۴۱۵-۱/۴۴۶۴(۶۰°C)
موم مونتان	۷۶-۹۲	سخت/شکننده	۲۵	۱۰-۱۶	
اوزوکریت	۵۸-۱۰۰	متفاوت	۰	۷-۸	۱/۴۴۱۵-۱/۴۴۶۴(۶۰°C)
نباتی					
موم شمع	۶۵-۶۹	سخت	۱۶	۱۴-۳۷	۱/۴۵۵۵ (۷۱/۵°C)
موم درختی	۸۳-۹۱	خیلی سخت و شکننده	۴-۸	۱۳/۵	۱/۴۶۳ (۶۰°C)
حیوانی					
موم زنبور	۶۲-۷۰	نیمه سخت	۱۷-۲۱	۸/۵-۱۱	۱/۴۳۹۸ (۷۵°C)
موم چینی	۶۵-۸۰	سخت	۱۳	۱/۴-۲	۱/۴۵۶۶ (۴۰°C) ?
موم کافوری	۴۱-۴۹	پودر	۰/۵-۲/۸	۲/۶-۳/۸	۱/۴۴۰ (۶۰°C)
لانولین	۳۸-۴۲	نرم			۱/۴۷۸۱-۱/۴۸۲۲ (۴۰°C)

* عدد اسیدی تابع مقدار اسیدهای آزاد موجود در ماده است. این عدد برابر است با تعداد میلی‌گرم هیدروکسید پتاسیم (KOH) لازم برای خنثی‌سازی اسیدهای موجود در یک گرم ماده چرب.
** اندیس ید تابع تعداد پیوندهای دوگانه (C=C) است. این اندیس برابر است با تعداد میلی‌گرم یدی که با یک گرم ماده چرب واکنش انجام می‌دهد.

ب ۱. مومهای معدنی

مومهای نفتی

پارافین و موم ریز بلور

هر دو موم مذکور از نفت به دست می‌آیند ولی طریق استخراج آنها متفاوت است. پارافین‌ها را می‌توان به روش تقطیر جدا نمود امّا مومهای ریز بلور، بدون تجزیه، قابل تقطیر نیستند و با کمک گروه پیچیده‌ای از حلالها استخراج می‌شوند.

ـ ترکیب

پارافین‌ها اساساً از هیدروکربنهای سیر شدهٔ دراز زنجیر با ۲۶ تا ۳۰ اتم کربن، تشکیل شده‌اند. مومهای ریز بلور نیز دارای هیدروکربنهای سیرشدهٔ دراز زنجیر هستند ولی برخلاف پارافین‌ها، حاوی مقدار زیادی از هیدروکربنها با زنجیره‌های انشعاب‌دار و حلقوی، نیز هستند. وزن مولکولی ریز بلورها بیشتر است و حاوی ۴۱ تا ۵۰ اتم کربن هستند.

ـ خواص

وقتی که پارافین‌های محلول یا مذاب منجمد می‌شوند بلورهای درشت و خوش ترکیبی به وجود می‌آورند. امّا مومهای ریز بلور فقط در حالتِ مذاب شکل می‌گیرند و تشکیل کریستالهای ریز و بد شکلی می‌دهند.

مقایسه خواص پارافین و مومهای ریز بلور

خواص	پارافین‌ها	مومهای ریز بلور
نقطه ذوب	۵۰°C-۶۰°C	۷۰°C
انعطاف‌پذیری	شکننده	مقاوم و خیلی انعطاف‌پذیر
استحکام	پائین	سخت
شفافیت	خوب	کدر
درخشش		نیمه براق
انقباض		کم
قدرت چسبندگی		بهتر

مومهایِ مشتق شده از زغال سنگ، زغال سنگ قهوه‌ای، قیر و تورب

موم مونتان

موم مونتان بیشتر در آلمان و آمریکا به کمک مخلوطی از حلالها (مثلاً اتانول / بنزن به نسبت ۸۵ به ۱۵) از زغال سنگ قهوه‌ای استخراج می‌شود.

- ترکیب

ترکیب این موم بسته به منبع آن متفاوت است و تاکنون کاملاً شناخته نشده است. این موم حاوی مخلوطی از استرهای دراز زنجیر، اسیدها، الکلها و هیدروکربنهاست.

- خواص

موم مونتان به رنگ قهوه‌ای متمایل به سیاه است به همین دلیل استفاده از آن محدود است. این موم سخت است و به سختی با ناخن خراشیده می‌شود. در ۸۰ درجه سانتیگراد ذوب می‌شود و در حلالهای آروماتیک و کلردار، متیل اتیل کتون، و دیوکسان محلول است.

مادهٔ مذکور در تولید کاغذ کپی و جلاهای سنگ‌فرش ساختمان کاربرد دارد.

اوزوکریت

اوزوکریت معمولاً در معادن قیری دورانِ **میوسن**[۱] و نزدیک معادن نفت‌خیز شرق اروپا یافت می‌شود و از طریق حل کردن خاک قیری در آبِ جوش استخراج می‌شود؛ موم معلق شده بر روی آب را جداسازی می‌کنند.

- ترکیب

ظاهراً در این موم مخلوطی از هیدروکربنهای سیر شده و سیر نشده با وزن مولکولی بالا، مقداری هیدروکربن مایع و مقداری ترکیبات نامشخصِ اکسیژن‌دار، وجود دارد.

- خواص

اوزوکریت در برابر اسیدها و قلیاها مقاوم است. در هیدروکربنهای آروماتیک و کلردار محلول و در الکلها نامحلول است. هنگام انجماد بیشتر از موم زنبور منقبض می‌شود و به مرور زمان سخت می‌شود.

---

۱ - *Mucene age* (دورهٔ سوّم زمین‌شناسی)

مومیا (سرزین)

مومیا، اوزوکریت تخلیص شده است. امروزه پارافین (تا ۸۰٪) و حتی کلوفون به آن اضافه می‌کنند تا ظاهرش شبیه موم زنبور شود.

ب ۲. مومهای گیاهی

مومْ شمع

این موم از ساقه‌های گیاه ***ایوفربیا سریفرا***[1] (فرفیون)، بومی مکزیک و تگزاس، به دست می‌آید. موم را با غوطه‌ورکردن گیاه در آب جوشی که قبلاً مقدار کمی اسید سولفوریک بدان اضافه شده جدا می‌کنند.

ـ ترکیب

اصلی‌ترین ماده متشکلهٔ مومْ شمع یک هیدروکربن، موسوم به Hentriacontane است. همچنین مقداری الکل میریسیلیک به همراه مواد دیگر در آن وجود دارد.

ـ خواص

موم شمع به رنگ زرد تا قهوه‌ای است. خیلی سخت و شکننده است لذا اغلب از آن برای سخت کردن سایر مومها استفاده می‌شود. در استون، روغنها، حلالهای کلردارِ داغ، و در تربانتین، محلول است.

موم درختی (موم خرنوب)

این موم از منافذ برگ نخل برزیلی، ***کوپرنیسیا پرونیفرا***[2] ترشح می‌شود. برای جمع‌آوری موم، برگهای خشک را می‌کوبند.

ـ ترکیب

ترکیب این موم به درستی شناخته نشده است. جالب‌ترین خواص آن یعنی

---

1 - *Euphorbia Cerifera*

2 - *Copernicia Prunifera*

سختی و درخشندگی، تابعِ وجود هیدروکسی اسیدهای سیر نشده‌ای است که ۱۲ اتم کربن دارند.

ـ خواص

موم خرنوب مادهٔ جامد سخت و سبز رنگی است که در دمای ۸۵-۸۲ درجه سانتیگراد ذوب می‌شود و رایحه دلپذیری منتشر می‌کند. این مادهٔ مقاوم درخشش زیادی دارد. موم خرنوب را به سایر مومها می‌افزایند تا نقطه ذوب، سختی، استحکام و درخشندگی آنها را افزایش دهد و از چسبناکی، نرمی و تمایل آنها به بلوری شدن بکاهد.

در دمای اطاق این ماده در حلالهای چربی به راحتی حل نمی‌شود. حلالیت آن در ۴۵ درجه سانتیگراد بهتر است (ص ۵۵).

ب ۳. مومهای حیوانی

موم زنبور عسل

برای تهیهٔ موم زنبور شانه‌های عسل را در آب داغ حل می‌کنند سپس آن را می‌فشارند و با عوامل اُکسنده‌ای مانند پرمنگنات پتاسیم یا دی کرومات پتاسیم رنگبری می‌کنند. در گذشته برای رنگ‌بری، موم را در معرض آفتاب قرار می‌دادند. همیشه باید محصولات اکسایش را به دقت، با شستن و صاف کردن، جدا نمود.

ـ ترکیب

بخش عمدهٔ موم زنبور عسل از استرهای دراز زنجیرِ اسیدها و الکل (با ۲۱ تا ۳۶ اتم کربن) تشکیل شده است. چسبی به نام پروپولیس[1] (چسب زنبور عسل)، رنگدانه و مواد ناشناختهٔ دیگری هم در آن وجود دارد.

ـ خواص

موم زنبور عسل ظاهراً در آب نامحلول است ولی برخلاف پارافین‌ها

1 - *Propolis*

(86 ، 14) بخار آب در آن نفوذ می‌کند. این موم در هیدروکربنهای آروماتیک و کلردار و در الکلِ داغ حل می‌شود.

موم چینی

مادهٔ مترشحهٔ حشرهٔ **کوکوس سریفروس**[1] است که بر روی شاخه‌های درخت زبان گنجشک، در غرب چین، زندگی می‌کند.

ـ ترکیب

مادهٔ اصلی موجود در موم چینی، سروتات سریل نام دارد.

ـ خواص

موم چینی، سفید رنگ و سخت و براق و بلوری و بی‌بو و مزه است. در آب نامحلول است ولی به راحتی در هیدروکربنهای آروماتیک حل می‌شود؛ در الکل و اتر کمی حل می‌شود. مصرف عمدهٔ آن در ساختِ شمع، واکس‌های چرم و سنگ‌فرش، تکمیل پارچه‌های ابریشمی و کتانی، و تولید کاغذ گلاسه است.

موم کافوری

این موم در روغن جمجمهٔ عنبر ماهی (نهنگ عنبر) و نظیر آن یافت می‌شود.

ـ ترکیب

مادهٔ اصلی این موم پالمیتات ستیل است.

ـ خواص

موم کافوری به صورت ماده‌ای سفید رنگ و کدر یافت می‌شود که معمولاً شکننده است. در الکل داغ، کلروفرم، دی سولفور کربن و در روغنها حل می‌شود. مصرف عمدهٔ آن در تولید لوازم آرایشی، مثلاً برای تهیهٔ امولسیونی از زرده تخم‌مرغ

1 - *Coccus Ceriferus*

و روغن بادام، است. علاوه بر این در ساخت شمع، صابون، واکس و تکمیل منسوجات نیز کاربرد دارد.

لانولین

چربی موجود در پشم گوسفندان است که از طریق شستشوی پشم با مواد شوینده استخراج می‌شود. لانولین را به روش سانتریفوژ جدا می‌کنند و با آب می‌شویند تا مواد قلیائی، استفاده شده برای زدودن اسیدهای آزاد و ناخالصی‌ها، از آن خارج شود.

ـ ترکیب

لانوین مخلوطِ کمپلکسی است از استرهای دراز زنجیرِ اسیدهای چرب و الکلها. مواد فرعی که طبقه‌بندی این ماده را مشکل می‌کنند عبارتند از: الکلهای آلیفاتیک و استروئیدها یا تری ترپنها.

ـ خواص

لانولین تقریباً حاوی ۳۰٪ آب است. ماده‌ای است روغنی به رنگ سفید یا زرد. در آب نامحلول است و در هیدروکربنهای آروماتیک و آلیفاتیک و در الکل داغ محلول. این موم می‌تواند تا دو برابر وزن خودش آب جذب کند.

به دلیل قابلیت جذب آب در ساخت لوازم آرایشی کاربرد عمده‌ای دارد. برخی از مردم برای بازگرداندن انعطاف پارچه‌های پشمی از لانولین استفاده می‌کنند امّا برخی دیگر استفاده از آن را، به دلیل جذب غبار، رد می‌کنند.

ج) استروئیدها

استروئیدها، استرِ اسیدهای چرب و گروه خاصی از الکلها (یعنی "استرولها") هستند. این ترکیبات، الکلهای حلقوی نوع دوم (با ۲۷ تا ۲۹ اتم کربن) هستند (87). در دمای اطاق جامداند و نقطهٔ ذوب آنها بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ درجه سانتیگراد است. واژه استرول از لغت یونانی "Stereos"، به معنای جامد، مشتق شده است.

استرولها در قلمرو حیوانی (زواسترول‌ها) و در قلمرو نباتی (فیلوسترولها) شایع‌اند و حتی می‌توان آنها را در قارچ شناسایی نمود (میکوسترولها).

کلسترول

کلسترول یکی از فراوان‌ترین استرول‌هاست. نام آن از واژه یونانی "Chole" به معنای صفرا مشتق شده است. ولی در واقع علاوه بر تراوشات صفرا در تمامی بافتهای حیوانی نیز یافت می‌شود. یک مرد ۷۰ کیلوگرمی دارای ۱۴۰ گرم کلسترول است که ۱۱/۳ گرم آن در خون، ۳۰ گرم در ماهیچه‌ها، ۱۲/۵ گرم در پوست و ۳۲ گرم در مغز و سیستم عصبی و غیرو است (88).

زرده تخم‌مرغ حاوی ۲٪ کلسترول است. صفرای گاو علاوه بر کلسترول ترکیبات دیگری نیز دارد، مانند نمکهای سدیم انواع اسیدهای صفراوی (یعنی استرولهایی با ۲۴ اتم کربن، دارای یک گروه اسید کربوکسیلیک COOH)، یک آمینواسید گلیسین، به همراه مشتقات کولین[1] و لسیتین که خاصیت فعال شدن در سطح، به آن می‌دهند.

استرولهای نباتی

در بخشی از روغنهای نباتی که خاصیت صابونی شدن ندارد، حدود ۴۵ تا ۸۰٪ استرول وجود دارد (ر.ک. ص ۴۷). جزء اصلی آن سیتوسترول[2] (که ۹۰-۵۰٪ استرول را تشکیل می‌دهد) استیگماسترول[3] و کامپسترول[4] است. در عمل، ترکیب استرولهای تمام روغنهای نباتی از نظر کیفی مشابه است ولی نسبت آنها یکسان نیست. با این حال این نکته خیلی قابل بحث است که آیا روغنها به دلیل فوق از یکدیگر متمایز می‌شوند یا خیر؟ زیرا همانگونه که **میلز و وایت** (89) نشان داده‌اند

---

1 - Cholin
2 - Sitosterol
3 - Stigmasterol
4 - Campesterol

استرولها به مرور زمان ناپدید می‌شوند. این مسئله در مورد کلسترول هم صادق است، یعنی به مرور زمان کلسترول از لایه‌های رنگ قدیمی (با بستِ زرده تخم‌مرغ) حذف شده است.

ساپونین‌ها

ساپونین‌ها مواد نباتی حاوی استرولها یا تری‌ترپنها به همراه قند هستند (87). محلول آبکی اینها به راحتی کف می‌کند. مواد مذکور تشکیل امولسیون روغن در آب می‌دهند و به صورت کلوئید محافظ عمل می‌کنند.

این مواد تا حدودی خطرناک هستند زیرا در صورت تزریق در جریان خون، یک اثر قوی همولیتیک[۱] بر آن می‌گذارند. البته ورود آن از طریق دهان برای انسان بی‌خطر است.

۲. گلوسیدها یا ترکیبات قندی

گلوسیدها که به کربوهیدراتها یا هیدراتهای کربن نیز موسوم‌اند از پلی هیدروکسی آلدئیدها یا پلی هیدروکسی کتونها تشکیل شده‌اند.

مثال: گلوکز $CHO\text{-}(CHOH)_4\text{-}CH_2\,OH$

فراکتوز $CH_2\,OH\text{-}CO\text{-}(CHOH)_3\text{-}CH_2\,OH$

گلوسیدها را می‌توان به منو، دی، تری یا پلی ساکاریدها تقسیم‌بندی نمود:

مونوساکاریدها، پنتوزها $C_5H_{10}O_5$ هستند، مانند: آرابینوز، گزیلوز، ریبوز و...

یا هگزوزها $C_6H_{12}O_6$ هستند، مانند: گلوکز، گالاکتوز، فراکتوز و غیره.

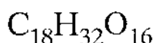
دی ساکاریدها از به هم پیوستن دو قند که قابلیت هیدرولیز شدن را دارند تشکیل می‌شوند: $C_{12}H_{22}O_{11}$

مانند سوکروز یا قند نیشکر (گلوکز و فراکتوز)، لاکتوز (گلوکز و گالاکتوز). مالتوز (گلوکز و گلوکز) و غیره.

---

۱ – *Haemolytic* (از بین رفتن گویچه‌های قرمز خون).

تری ساکاریدها از سه قند تشکیل شده‌اند:


$C_{18}H_{32}O_{16}$

این گروه با رافینوز (گالاکتوز، فراکتوز، گلوکز) شروع می‌شود.

پلی ساکاریدها از به هم پیوستن تعداد زیادی مولکولهای قند به وجود می‌آیند. صمغهای پلی ساکارید، لیزاب‌ها، نشاسته و سلولز جزو این گروه‌اند.

این مواد نم‌گیراند و بسیاری از آنها فقط در حد "تری ساکاریدها" در آب حل می‌شوند. معمولاً در حلالهای آلی، به جز پیریدین، نامحلول‌اند. بسیاری از مواد لایه‌ساز جزو پلی ساکاریدها هستند.

صمغ‌های پلی ساکارید

این مواد نباتی همگی ترکیب مولکولی مشابهی به نام قند، و گاهی اسیدهای اورونیک[1] دارند. صمغ‌های پلی ساکارید به وسیلهٔ برخی از گیاهان، اساساً برای مقابله با جراحت، ترشح می‌شوند. در واقع گیاهان با ترشح این صمغ‌ها جراحات را مسدود می‌کنند و از خرابی و خشک شدن یاخته‌ها جلوگیری می‌کنند. البته مکانیسم تولید صمغ‌ها هنوز به خوبی شناخته نشده است و محل اصلی تولید آنها مشخص نیست. آیا این محل به جراحت نزدیک است، یا صمغ‌ها از مکان دیگری به محل خروج ترشحات آورده می‌شوند؟

برخی از مردم فکر می‌کنند که صمغ‌ها محصول فساد یا عفونت میکروارگانیسم‌ها، کپک‌ها، باکتریها و نظیر آن هستند.

به هر ترتیب، مشخص گردیده است که وقتی شرایط محیطی برای گیاه مناسب نیست، تولید صمغ افزایش پیدا می‌کند، مثلاً حرارت زیاد، بی‌آبی، خاک کم قوت و غیرو، تولید صمغ را زیاد می‌کند (90).

ساختار پلیمرهای موجود در صمغ پلی ساکاریدها خیلی پیچیده است. تفاوت عمده‌ای در قندهای تشکیل‌دهندهٔ آنها وجود دارد، همچنین در توزیع زنجیرهای جانبی آنها (با ترکیب و طول مختلف) نایکنواختی زیادی ملاحظه می‌شود.

---

1 - *Uronic acid*

لیزاب‌ها (موسیلاژها)ی گیاهی

لیزابهای گیاهی، پلی ساکاریدهایی هستند که در اثر متابولیسم طبیعیِ برخی از گیاهان به وجود می‌آیند. این مواد به صورت ذخیره غذایی گیاه، به طور موضعی، در پوست، ریشه، برگ، دانه و حتی درگل وجود دارند. علاوه بر این وظیفهٔ ذخیرهٔ آب در گیاهانی نظیر صبرِ زرد و فرفیون، به عهدهٔ این مواد است.

ساختار ماکرو مولکولی آن معمولاً ساده‌تر از پلی ساکاریدها است.

ـ خواص

خواص چسبندگی و انحلال یک پلی ساکارید تابع ساختار آن است. قندها و اسیدهای اورونیک ترکیباتی هستند با تعداد زیادی از گروههای هیدروکسیل (OH).

این گروهها خیلی آبدوست‌اند، لذا اغلب لیزابها در آب، حل یا متورم می‌شوند. برخی از آنها در آب تشکیل ژل می‌دهند. ظاهراً زنجیرهای جانبی این مواد حالتی منظم دارد که اجازه توسعه شبکه‌های سه بعدی لازم برای تشکیل ژل را می‌دهد.

انواع دیگر، به دلیل ساختار نامنظمشان نمی‌توانند تشکیل ژل بدهند و محلولهای آبی حقیقی به وجود می‌آورند.

درگلوسیدها، قدرت چسبندگی اساساً تابعِ وجود پیوندهای هیدروژنی است. بنابراین، استحکام پیوند چسبی بیشتر تابع تعداد زیادی از این پیوندها (با تعداد زیادی ازگروههای OH در مولکول) است تا استحکام واقعی پیوندهای منفرد.

فیلم این مواد به طور ساده با تبخیر آب تشکیل می‌شود. فیلمهایِ محصول شکننده‌اند، لذا اغلب به آنها مواد نرم‌کننده و مواد نم‌گیر می‌افزایند تا از خشک شدن آنها جلوگیری کنند. نرم‌کننده‌های مورد استفاده عبارتند ازگلیسرول، سوربیتول، اوره و اتیلن گلیکول.

با گذشت زمان، ماکرومولکولها می‌شکنند و به اجزای کوچکتر تبدیل می‌شوند، این امر آسیب‌پذیری آنها را در برابر آب بیشتر می‌کند. در ضمن این فیلمها برای حملهٔ قارچ‌ها و سایر میکروارگانیسم‌ها خیلی مستعداند.

الف) صمغ‌های پلی ساکارید

صمغ عربی یا صمغ اقاقیا

بیش از صد گونهٔ متفاوت اقاقیا وجود دارد که همگی صمغ تولید می‌کنند. "Acacia varek" یا ***اقاقیای سنگالی*** اصلی‌ترین آنهاست که به صورت تجاری پرورش داده می‌شود. این اقاقیا در محدوده وسیعی، از سنگال گرفته تا دریای سرخ و هندوستان، می‌روید. گیاه مذکور تقریباً در تمامی نواحی خشک استوایی و نیمه استوایی جهان یافت می‌شود.

برای واداشتن گیاه به صمغ‌سازی، شکافهایی به طول تقریبی ۵ تا ۱۰ سانتیمتر در پوست تنه درخت ایجاد می‌کنند. زمان صمغ‌گیری از درخت، بین ۶ تا ۳۰ سالگی است.

ـ ترکیب

صمغ عربی از نمکهای سدیم، منیزیم یا پتاسیم یک اسید آلی موسوم به اسید عربیک، تشکیل شده است. تجزیهٔ این اسید نشان می‌دهد که اسید مذکور از L ـ آرابینوز (۳۰/۳٪)، D ـ گالاکتوز (۳۶/۸٪)، L ـ رامنوز (۱۱/۴٪) و D ـ گلوکورونیک اسید (۱۳/۸٪) تشکیل شده است. ظاهراً بسته به گونهٔ اقاقیایی که از آن صمغ گرفته می‌شود، مقدار رامنوز تغییر می‌کند.

ـ خواص

وزن مولکولی ماکرو مولکولهای صمغ عربی بین ۲۵۰،۰۰۰ تا ۳۰۰،۰۰۰ است. مولکولها تقریباً کروی‌اند با طولی حدود $100 Å$ و قطری برابر $110 Å$. صمغ به آرامی، ولی کامل، در دو سهم آب حل می‌شود. غلظت محلول آبی صمغ عربی تابع PH آن است. **ویسکوزیتهٔ آن وقتی به حداکثر می‌رسد که اسیدیته آن به حد خنثی (PH ۷) برسد.**

ظاهراً ماکرومولکولها در محلول به راحتی تغییر شکل و ابعاد می‌دهند. این امر

بیانگر ضعفِ نیروی جاذبه در بین قندهای تشکیل‌دهندهٔ آنها است. مسئلهٔ مذکور بر فرضیهٔ وجود ساختارِ منشعب، صحّه می‌گذارد. همچنین مؤید این نظریه است که ماکرو مولکول از اجتماعِ تکه‌هایی از D ـ گالاکتوز و D ـ گلوکورونیک اسید (با وزن مولکولی بین ۱۰,۰۰۰ و ۲۰,۰۰۰) متصل به تکه‌های لغزنده‌ای مانند L ـ آرابوپیرانوز، تشکیل شده است.

با حرارت دادن محلول، ویسکوزیتهٔ آن کاهش می‌یابد و تجزیهٔ ماکرومولکولها و آزاد شدن قندها، شروع می‌شود. تجزیه مولکولی تحت تأثیر عوامل متعدد دیگری مانند اسیدها، نمکها، نور فرابنفش یا حتی سایش مکانیکی ساده، نیز صورت می‌گیرد.

صمغ عربی یک "کلوئیدِ محافظ" عالی است، لذا اغلب از آن برای به توازن رسانیدن امولسیونها و دیسپرسیونها یا به عنوان مادهٔ غلیظ‌کننده استفاده می‌کنند.

محلول آبی این صمغ به عنوان بست در آبرنگ و گواش کاربرد دارد، همچنین به عنوان چسبِ کاغذ و مقوا نیز کاربرد دارد. چسب مورد مصرف در پاکت نامه‌ها و تمبر نیز صمغ عربی است.

صمغ کتیرا

این صمغ، محصول گونه‌های مختلف ***آستراگالوس***[1] (که بیش از ۱۶۰۰ گونه متفاوت دارد) و گیاهان ***لگومینوس***[2] است که در یونان، ایران، سوریه و آسیای مرکزی یافت می‌شوند. صمغ مذکور از شکافهای تازه ایجاد شده بر روی ساقه بدست می‌آید؛ البته با چاک زدنِ ریشه محصول بهتر و عالیتری به دست می‌آید. صمغ به صورت رشته‌های بیرنگ و نازکی خارج می‌شود و طی یک تا دو روز خشک می‌شود.

آستراگالوس طول عمری معادل ۶ سال دارد و صمغ نیز ظاهراً هر دو سال یک بار ترشح می‌شود.

---

1 - Astragalus
2 - Leguminous Plants

ـ ترکیب

این صمغ از محصولاتِ بسپارش اسید D ـ گالاکتورونیک، L ـ آرابینوز و D ـ گزیلوز تشکیل شده است.

ـ خواص

خاصیت خیلی جالب کتیرا این است که حتی با غلظت پائین نیز محلولهای چسبناکی به وجود می‌آورد. وزن مولکولی آن بیشتر از صمغ عربی یعنی ۸۴۰,۰۰۰ است و مولکولهای درازی با طول ۱۹A° و قطر ۴۵۰۰A° دارد: به همین دلیل ویسکوزیتهٔ آن خیلی بالاست. صمغ کتیرا در آب سرد اندکی حل می‌شود و با غلظت بالاتر از ۰/۵٪ تشکیل ژل می‌دهد. محلول آن پس از ۲۴ ساعت در حرارت ۴۰ درجه سانتیگراد به حداکثر غلظت خود می‌رسد، البته هنوز توضیحی برای این امر وجود ندارد. از طرف دیگر ویسکوزیته تابع اسیدیته است، با ۸ PH به حداکثر می‌رسد و ظاهراً با تعداد گروههای متوکسی (OCH_3) در مولکول، نیز تناسب دارد.

صمغ کتیرا یک کلوئیدِ محافظ عالی است و برای به توازن رسانیدن امولسیونها و دیسپرسیونها و همچنین به عنوان عامل غلیظ کننده کاربرد دارد. در ساخت لوازم آرایشی و داروئی نیز مصرف عمده‌ای دارد.

صمغ درختان میوه

در برخی از رساله‌های قدیمی به استفاده از این صمغها به عنوان بست، به ویژه در تذهیب نسخ، اشاره شده است. بی‌شک اینها صمغ درختان گیلاس، آلو و هلو بودند (91). تولید این درختان مقطعی و ثمرشان کم است. همچنین رنگ قهوه‌ای صمغ آنها تولید اشکال می‌کند.

ب) لیزابهای گیاهی

نشاسته

نشاسته اصلی‌ترین کربوهیدراتی است که از گیاهان به دست می‌آید و به

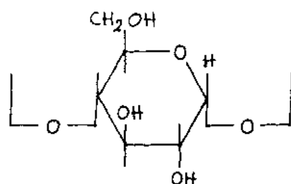
صورت دانه‌های ریز، با لایه‌های متحدالمرکز، در شکل و اندازه‌های خیلی متفاوت (با طول ۰/۰۰۵ تا ۰/۱۵ میلیمتر) یافت می‌شود.

نشاسته در دانه، ریشه، پیاز، شیره، میوه و سایر قسمتهای گیاه وجود دارد. منابع گیاهی که به صورت تجاری پرورش داده می‌شوند عبارتند از: ذرت، گندم، برنج، سیب‌زمینی، مانیوک، اروروت[1]، موز و غیره.

- ترکیب

نشاسته حاوی دو نوع پلیمر آمیلوز و آمیلوپکتین است که خواص نسبیشان، بسته به منشأ اصلی نشاسته، خیلی متفاوت است. نشاستهٔ برنج حاوی مقدار کمی آمیلوز است (بین ۱۶ تا ۱۷٪)، نشاستهٔ ذرت حاوی ۲۲ تا ۲۸٪ آمیلوز است و نشاسته نخود بین ۳۴ تا ۷۰٪ (92). آمیلوز یک پلیمر خطی از ۱ و ۴ انیدروگلوکز با پیوندهای α است.

وزن مولکولی آن بین ۱۵۰،۰۰۰ تا ۲،۴۰۰،۰۰۰ متغیر است.

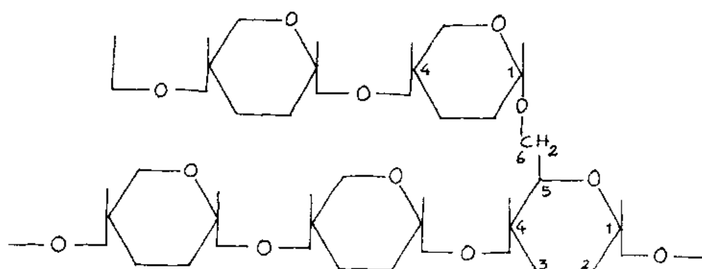


شکل (۳۲)

آمیلوپکتین پلیمری است دارای زنجیرهای جانبی زیاد (تشکیل شده از زنجیرهای خطی کوتاه یکسانِ ۱ و ۴ انیدروگلوکز که در مکانهای ۱ و ۶ بهم متصل شده‌اند).

---

۱ - *Arrowroot*: گونه‌ای از گیاهان مارانتاسه است که ریشهٔ غده‌ای دارد و در آمریکا می‌روید.



شکل (۳۳)

وزن مولکولی این پلیمر بین ۱ تا ۶۰ میلیون متغیر است.

ـ خواص

آمیلوز و آمیلوپکتین خواص متفاوتی دارند و نسبت آنها بـر خـواص انـواع نشاسته تأثیر می‌گذارد.

آمیلوز ساختمان مارپیچی دارد. در یُد، ترکیب کمپلکس آبی رنگی به وجود می‌آورد و اتمهای یُد درون مارپیچ جای می‌گیرند. آمیلوپکتین یا نشاسته‌های تجزیه شده در یُد، ترکیبات پیچیده و متفاوتی به رنگ قرمز یا بنفش به وجود می‌آورند.

محلولِ آمیلوز خیلی پایدار نیست و تمایل به تشکیل یک ژلِ بـرگشت‌ناپذیر (اصطلاحاً "حرکت قهقرایی")[1] یا فیلمهای خیلی سخت، دارد.

البته آمیلوپکتین محلولهای خیلی غلیظی به وجود می‌آورد که پایدارتراند و تشکیل ژل یا "ژل برگشت‌پذیر" نمی‌دهند.

فیلمهای نشاسته، به هر شکل، خواص مکانیکی متوسطی دارند و بایستی به آنها مواد نرم‌کننده‌ای نظیر اوره، اتانول آمین، گلیسرول یا روغن کرچک افزود.

اسیدها یا آنزیمهایی مانند دیاستاز، نشاسته را به فرآورده‌ای با وزن مولکولی

---

1 - Retrogression

پائین‌تر و سرانجام به گلوکز، هیدرولیز می‌کنند. امکان بروز پدیدهٔ هیدرولیز در اثر گذشت زمان نیز وجود دارد.

دکسترین‌ها (93)

دکسترین‌ها فرآورده‌هایی هستند که از تجزیه نشاسته در حرارت بین ۱۸۰ تا ۲۵۰ درجه سانتیگراد، غالباً در حضور کاتالیزورهای اسیدی یا قلیائی، به دست می‌آیند.

ـ ترکیب

حرارت، در نشاسته تغییرات ساختاری به وجود می‌آورد، پیوندهای ۱ و ۴ را می‌شکند و ساختاری با پیوندهای ۱ و ۶ شکل می‌دهد، در نتیجه در دکسترین زنجیرهای جانبی زیادی به وجود می‌آید.

ـ خواص

پاره‌ای از خواص نشاسته‌ای که دکسترین از آن مشتق می‌شود در محصول باقی می‌ماند. دکسترین‌ها معمولاً بیشتر از نشاستهٔ اصلی در آب حل می‌شوند زیرا وزن مولکولی آنها پائینتر است و آرایش مولکولی آنها به گروه اتمهایی تمایل دارد که آنها را محلول‌تر می‌نماید. برخی از نشاسته‌ها راحت‌تر به دکسترین تبدیل می‌شوند، مثلاً نشاسته‌های سیب‌زمینی و مانیوک راحت‌تر از نشاسته گندم به دکسترین تبدیل می‌شوند.

فیلمهای تشکیل شده از دکسترینِ مانیوک شفاف و براق هستند در حالی که فیلمهای حاصل از دکسترینِ گندم (بی‌شک به دلیل قدری "حرکت قهقرایی") کدرتراند.

برای ایجاد مقاومت مکانیکی در فیلمهای دکسترین از عوامل مرطوب‌کننده استفاده می‌شود. این عوامل، رطوبتِ هوا را در خود نگه می‌دارند و از خشک شدن شدیدِ فیلم جلوگیری می‌کنند. از بین این عوامل می‌توان به اوره، D ـ گلوکز،

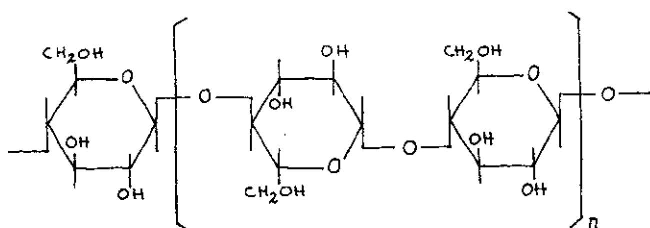
سوربیتول، گلیسرول و اتیلن گلیکول اشاره نمود.

مصرف عمدهٔ دکسترین‌ها به صورت چسبِ کاغذ و مقوا و آهارِ منسوجات است.

ج) مشتقات سلولز

ماده اصلی تشکیل‌دهنده یاخته‌های گیاهی، سلولز است. از نیمه دوم قرن نوزدهم به بعد از آن به عنوان ماده اصلی در ساخت بسیاری از موادِ لایه‌ساز استفاده شده است. از دیدگاه تاریخی این مواد عبارتند از نیتراتهای سلولز و استرها و اترهای سلولز.

سلولز از واحدهای انیدروگلوکز با پیوندهایی در وضعیت ۱ و ۴ طبق آرایش β تشکیل شده است (143) (شکل ۳۴). هر واحد سلولز دارای سه گروه هیدروکسیل است که می‌توانند با گروههای نیترو یا استر جابجایی انجام دهند یا تشکیل ترکیبات اتر بدهند. این گروههای هیدروکسیل در فواصل کنار زنجیرهای سلولز پخش شده‌اند. بدین ترتیب بسته به طول زنجیر و ماهیت و تعداد گروههای جانشین، می‌توان مواد متفاوتی (به ویژه از نظر حلالیت) به دست آورد.



شکل (۳۴)

نیترات سلولز

نیترات سلولزی که به عنوان ماده لایه‌ساز استفاده می‌شود دارای وزن مولکولی برابر ۵۰،۰۰۰ و درجه پلیمریزاسیون بین ۵۰ تا ۵۰۰ است. به ازای هر واحد انیدروگلوکز دو گروه نیترو وجود دارد. از نیترات سلولز خالص به ندرت در جلاها یا رنگهای نقاشی استفاده می‌شود. معمولاً از حل کردن نیترات سلولز در مخلوطی از الکلها (اتیل و بوتیل) و استرها (استات اتیل، استات بوتیل) محلولهایی به نام "کولودیون" به دست می‌آید. همچنین برای تهیهٔ امولسیون این مواد به آنها مواد فعالِ سطحی و نرم‌کننده می‌افزایند.

افزودنیهای مورد استفاده برای نیترات سلولز خیلی زیاد هستند (رزینهای اوره و ملامین فرمالدئید، فتالاتهای گلیسیرین، ایزوسیاناتها، پلی استرها، پلی اورتانها، اپوکسی‌ها، استایرن، بوتادینها، اکریلیک‌ها، وینیل‌ها، سیلیکونها و...).

رزینهایی برپایهٔ نیترات سلولز برای فلز، چوب، کاغذ و چرم کاربرد دارند. فیلم این رزینها در برابر نور فرابنفش حساس است، لذا برای کارهای مرمتی کمتر پیشنهاد می‌شود. یکی از نمونه‌های کاربرد آنها به عنوان روکش محافظ برای فلزات بوده است (144).

استات سلولز

استات سلولز مورد استفاده در جلاها و رنگها دارای وزن مولکولی ۱۸۰۰۰ و درجه پلیمریزاسیون کمتر از ۲۰۰ است. گروههای استیل که به جای گروههای OH در مولکول سلولز جانشین می‌شوند، بزرگتراند و قطبیت کمتری دارند، به همین دلیل از جاذبه بین زنجیرهای سلولز می‌کاهند.

بایستی بین دی استاتها که بخشی از آنها استیله شده و تری استاتها که تمامی گروههای OH آنها تعویض شده تمایز قائل شد. دی استاتها در کتونها و استرها محلول‌اند امّا تری استاتها در حلالهای کلردار حل می‌شوند. جلاهایی که برپایهٔ استات سلولز ساخته می‌شوند در برابر گرما و نور پایداراند و برای شیشه، کاغذ و فلز کاربرد دارند.

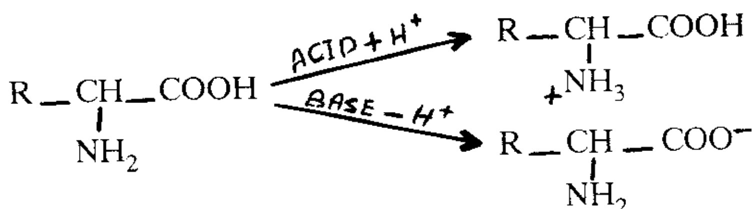
اترهای سلولز

اترهای سلولز از جانشینی اتمهای هیدروژنِ گروههای هیدروکسیل، با رادیکالهای آلکیل، رادیکالهای هیدروکسی آلکیل و رادیکالهای کربوکسی آلکیل شکل می‌گیرند. سلولزِ جایگزین نشده علی‌رغم داشتن تعداد زیاد گروههای آبدوستِ OH، در آب حل نمی‌شود، زیرا پیوندهای هیدروژنی از پخش شدن زنجیرها جلوگیری می‌کنند. گروههای اِترکم و بیش آب گریز هستند، لذا می‌توان رزینهایی با درجه انحلال متفاوت تولید نمود. گروههای متیل، موقعی که فقط دو گروه هیدروکسیل از سه گروه هیدروکسیلِ موجود جانشین شود، ماده‌ای تولید می‌کنند که کاملاً در آب محلول است. نمک سدیم کربوکسی متیل سلولز حتی با جانشینی خیلی کم نیز در آب محلول است.

اترهای سلولز کاربردهای زیادی دارند، از قبیل عاملِ غلیظ کننده، کولوئید محافظ، چسب و آهار کاغذ، جلایی که قابلِ ور آمدن است، جلای چرم و کائوچو و غیرو. در بسیاری از کارگاهها تمایل دارند که این ترکیبات را، به ویژه در مرمت کاغذ، جانشین نشاسته کنند. با این حال بایستی احتیاط کرد و نتیجه آزمایشهای پیری را، که هنوز هم کامل نشده‌اند، ملاحظه نمود. تنوع مواد موجود در بازار (در نتیجهٔ امکانهای جانشینی فراوان) این تحقیق را پیچیده می‌کند.

۳. پروتئین‌ها یا مواد آلبومینی

پروتئین‌ها از مهمترین ترکیبات یاخته‌های زنده هستند. وجود آنها برای زندگی ضروری است و در تمامی نسج حیوانی، غشای مخاطی، پوست، مو، ناخن و حتی هورمونها، آنزیمها، پادزهرها و غیره یافت می‌شوند. این مواد از زنجیرهای آمینواسید تشکیل می‌شوند و فرمول عمومی آنها چنین است:



این مواد دارای دو گروه عامل اسیدی $COOH$ و قلیائی NH_2 (آمین) **هستند** و به ترکیبات آمفوتری موسوم‌اند. چیزی که به نام نقطه PH ایزوالکتریک خوانده می‌شود، PH در نقطه‌ای است که تعداد گروههای دارای بار مثبت (NH_3^+) و گروههای دارای بار منفی (COO^-) برابر می‌شود، لذا، برآیند بارهای مولکول، صِفر است.

۲۲ نوع آمینواسیدِ طبیعی وجود دارد. تعداد آمینواسید موجود در مولکول پروتئین، و وضعیت آنها، به صورت ژنتیک تعیین شده و خواص پروتئینی تابع آن است (95).

گروه CO-NH به **پیوند پپتید** موسوم است. این گروه برخلاف پیوندهای C-NH و C-CO که قابلیت چرخش دارند پیوندی است محکم. به دلیل این چرخش مولکولهای پروتئین می‌توانند آرایشهای فضایی متفاوتی بگیرند ولی در طبیعت، هر پروتئین آرایش مولکولی خاص خودش را دارد: این حالت طبیعی است. این نوع آرایش به وسیلهٔ عوامل مختلفی مانند نور، گرما، جاذبه‌های سطحی، تأثیر اسیدهای قوی، قلیاها و نظیر آن به راحتی دستخوش تغییر می‌شود.

این تغییرِ ماهیت با کاهش حلالیت همراه است و در بسیاری از موارد موجب انعقاد پروتئین می‌شود. افت حلالیت در طول زمان، استحکامِ نقاشی دارای بست پروتئینی را تضمین می‌کند.

استحکام‌بخشی پروتئین‌ها موضوع مباحثی طولانی بوده است (145). نگارنده نشان می‌دهد که پروتئینهای حاوی سولفور (تخم‌مرغ، کازئین) زودتر تغییر ماهیت می‌دهند. سریشم حیوانی خیلی مقاوم است. نگارنده همچنین به امکان واکنش با مواد دیگری نظیر روغنها، کربوهیدراتها و رزینهای طبیعی و مصنوعی اشاره می‌کند. بدون شک رطوبت یکی از مهمترین عواملی است که بر این تغییرات اثر می‌گذارد.

ژلاتین و سریشم حیوانی

ـ ترکیب

پروتئین شاخص موجود در پوست، استخوان و پیِ پستانداران، کولاژن است که اساس موادی به نام ژلاتین و سریشم را تشکیل می‌دهد. در روزگار گذشته سریشم حاصل از تکه‌های پارشمن خیلی کمیاب بود ولی این اواخر سریشم حاصل از پوست خرگوش کمیاب شده است.

بسته به روش انجام هیدرولیز، ژلاتین‌هایی با وزن مولکولی زیاد مانند ژلاتین عکاسی (۵۰,۰۰۰ تا ۱۵۰,۰۰۰) و ژلاتین خوراکی (۲۰,۰۰۰ تا ۱۰۰,۰۰۰) به دست می‌آید، همچنین فرآورده‌هایی که بیشتر تجزیه شده و ناخالص‌تراند، مانند سریشم حیوانی (۱۰,۰۰۰ تا ۴۰,۰۰۰).

بر این اساس می‌توان ژلاتین‌ها را با توجه به خلوص و تفاوت ابعاد مولکولهای آنها شناسایی نمود. البته وجود آمینواسیدهای مشابه در هر گروه از طریق تجزیه شیمیایی مشخص گردیده است.

نسبت بالای گلیسین، پرولین و هیدروکسی پرولین، ویژگی اصلی ساختمان مولکولی ژلاتین است.

ـ خواص

مولکولهای ژلاتین طویل و انعطاف‌پذیراند و در محلول شکل مارپیچ دارند. ین آرایش مولکولی عامل یکی از جالبترین خواص ژلاتین است، یعنی توانایی آن به عبور آسان و برگشت‌پذیر از یک محلول غلیظ سُل، به یک وضعیت پایدارِ ژل، صرفاً از طریق سرد کردن.

وضعیت ژل در اثر غلبه نیروی جاذبه تعداد محدودی از محلهای باز در سولکول به وجود می‌آید، این محلها به زنجیرها امکان می‌دهد که به یکدیگر نزدیک نوند.

برای اطمینان از وجود تعداد کافی از محلهای مذکور، حداقل به وزن مولکولی ۲۰,۰۰۰ نیاز است.

ژلاتین در آب سرد متورم و در دمای بالاتر از ۳۰ درجه سانتیگراد به تدریج حل می‌شود. برای تهیه محلول، پیشنهاد می‌شود که ابتدا ژلاتین جامد در آب سرد متورم (۱۵ تا ۳۰ دقیقه برای پودر و ۲ ساعت برای پولک) و سپس ترجیحاً در یک ظرف دو جداره حرارت داده شود، بایستی مواظب بود که دما بیش از ۶۰ درجه سانتیگراد نشود. هر سطحی که آب آن را مرطوب کند به سریشم حیوانی می‌چسبد (96).

پس از اینکه سریشم گرم روی سطحی اضافه شد در حین سرد شدن ضمن گذر از یک مرحله چسبناک از حالت سُل به ژل تبدیل می‌شود. برای ایجاد یک فیلم پیوسته در صورت امکان باید دو سطح را قبل از چسبناک شدن سریشم به هم نزدیک نمود. محل درز به دلیل دو پدیده سریعاً سخت می‌شود: تشکیل ژل، و نفوذ آب در جسم. پس از تشکیل ژل باز هم خشک شدن ادامه پیدا می‌کند تا اینکه ژلاتین مجدداً به حالت خشک اولیه‌اش باز گردد.

بنابراین انقباض سریشم در حین خشک شدن به میزان آب مصرفی برای تهیه محلول بستگی دارد. مهار مکانیکی فقط تا حدودی بر کیفیت چسبندگی تأثیر می‌گذارد. واکنشهای ویژه فیزیکی ـ شیمیایی (ر.ک. ص ۴۲) حتی برای ماده متخلخلی مانند چوب، حائز اهمیت است. مشخص گردیده که در واقع سریشم حیوانی روی دیوارهٔ یاخته‌های چوب می‌لغزد و موقع خشک شدن تشکیل لوله‌های توخالی‌ای را می‌دهد که شکل داخلی منافذ را به خود گرفته‌اند.

می‌توان لایه‌هایی از سریشم حیوانی تهیه نمود که پس از مرطوب شدن مجدداً چسبناک شوند. در نوار چسبهای قهوه‌ای از یک چنین لایه‌های چسبی استفاده می‌شود. برای این منظور فقط کافی است که محلول را در حالی که گرم است خشک نمائیم. دیده شده است که اگر سریشم در وضعیت سرد خشک شود از مرحله چسبناک می‌گذرد و مجدداً تشکیل ژل می‌دهد. پس از مرطوب کردن مجدد با آب سرد، ژل بدون گذر از فاز چسبناک، مجدداً شکل می‌گیرد، زیرا پیوندهای مورد نیاز برای ساختمان ژل، از پیش، در فیلمِ خشک موجود است.

از طرف دیگر، اگر محلول در حالت گرم خشک شود قبل از اینکه مولکولها به خود آرایش ژل بدهند یک فیلم براق به وجود می‌آید. با رطوبت‌دهی مجدد، ابتدا محلولی غلیظ و در پی آن ژل طبیعی تشکیل می‌شود، البته این بار پس از گذر از فاز چسبناک.

با یک غلظت فرضی، ویسکوزیتهٔ ژلاتین تابع PH است. این پدیده بی‌شک معلول دفع الکتریکی است که موجب پیچ خوردن یا باز شدن مولکولهای واقعی می‌شود. در واقع حداقلِ غلظت در نقطه "PH ایزوالکتریک" (PH ۴/۵-۵) به دست می‌آید. برای تثبیت رنگهای پوسته شده از این خاصیت استفاده می‌شود، چسب را به آسانی در بین پوسته‌ها نفوذ می‌دهند و با اضافه کردن اسید استیک، PH را تنظیم می‌کنند.

در بعضی از موارد لازم است که به ژلاتین مواد افزودنی نظیر نرم‌کننده (گلسیرول، سوربیتول، عسل)، محافظ (اسید بوریک، β نفتول، سولفات روی) یا عوامل شیمیائی که حلالیت را کم می‌کنند (فرمالدئید، دی کرومات پتاسیم در معرض نور، ...) نیز اضافه شود.

سریشم ماهی (99)

سریشم ماهی با استفاده از آب اسیدِ داغ از پوست و سایر قسمتهای دور ریز ماهی، مانند استخوانها، استخراج می‌شود.

ـ ترکیب

ژلاتین ماهی با ژلاتین به دست آمده از پستانداران، قدری متفاوت است. تفاوتهای ناچیزی در نسبت سرین[1]، تریونین[2]، متیونین[3] و هیدروکسی پرولین[4] موجود در آنها دیده می‌شود (100).

وزن مولکولی ژلاتین ماهی پائین است، لذا تشکیل ژل نمی‌دهد. فیلمهای حاصل از این سریشم نم‌گیر است و دوام زیادی ندارد.

---

1 - *Serine*
2 - *Threonine*
3 - *Methionine*
4 - *Hydroxyproline*

کازئین (101)

کازئین را با افزودن یک اسید (اسید سولفوریک، کلریدریک یا لاکتیک) به شیر بی‌چربی رسوب می‌دهند. کازئین‌هایی که به روش تجاری تولید می‌شود اغلب حاوی ناخالصی‌هایی مانند کَره (۰/۱ تا ۳٪)، اسید (۰ تا ۳٪) و لاکتوز (۰ تا ۴٪) است. این ناخالصیها بر کیفیت چسب تأثیر زیانباری می‌گذارد.

ـ ترکیب

کازئین حاوی مخلوطی از پروتئین‌ها (کازئین‌های α و β و γ) است که مشخصه آنها وجود فسفر (۰/۸٪) است. وزن مولکولی آن بین ۷۵,۰۰۰ تا ۳۷۵,۰۰۰ متغیر است.

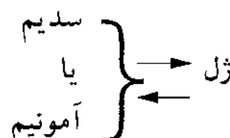
ـ خواص

کازئین در نقطهٔ ایزوالکتریکِ خود (PH ۴/۶) تقریباً در آب نامحلول است، یعنی برای حل کردن آن باید با افزودن یک ماده قلیائی، PH را به ۹ تا ۱۳ رساند تا یک نمک کازئینات تولید شود.

اگر برای این منظور از آمونیاک یا هیدروکسید سدیم استفاده شود محلول ساعتها پایدار می‌ماند ولی فیلم خشک آن در برابر رطوبت حساس خواهد بود.

اگر گل سفید به آن اضافه شود، مقاومت چسب در برابر آب زیاد می‌شود ولی بایستی آن را ظرف یک تا دو ساعت مصرف نمود. اضافه کردن فرمالدئید یا کلرور مس نیز باعث افزایش دوام فیلم چسبی در برابر رطوبت می‌شود. مراحل تشکیلِ فیلم را می‌توان مطابق ذیل نشان داد:

ژل ← کازئینات کلسیم ← کازئین متورم ← (۲۵۰٪) آب + کازئین جامد



وقتی که آب در اثر تبخیر و نفوذ به درون جسم تمام شد، ژل خشک می‌شود و

به صورت فیلم سخت و شکننده‌ای در می‌آید (102). برای افزایش انعطاف فیلم به آن گلیسرول، گلوکز، آگار آگار یا فتالات دی متیل گلیکول اضافه می‌کنند. مواد محافظ مورد استفاده برای کازئین معمولاً عبارتند از: فنیل فناتِ سدیم یا فنولهای کلردار.

معمولاً از کازئین به عنوان کلوئید محافظ (صفحه ۸) در امولسیونها استفاده می‌شود. فرمول رایج آن چنین است: مخلوطی از رزینات کلسیم + روغن خشکانه + کازئین حَل شده در یک مادهٔ قلیائی. یک چنین رنگهایی کدر و متخلخل‌اند و رطوبت به راحتی در آنها نفوذ می‌کند. علاوه بر اینها از کازئین به عنوان چسب موکت و برای تکمیل فرسکها (هنگامی که ملات برای کار معمولی خیلی خشک است) استفاده می‌شود.

سفیده تخم‌مرغ

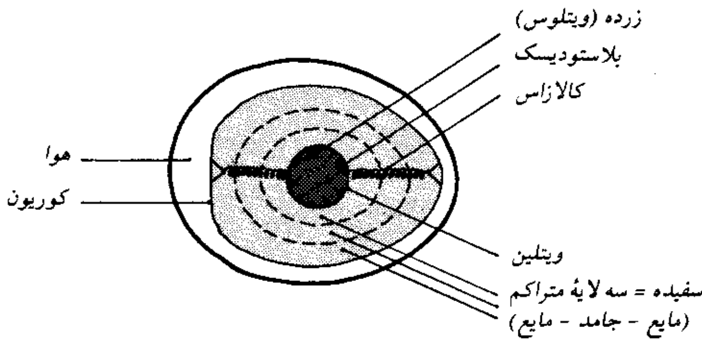
- ترکیب

سفیده تخم‌مرغ حاوی حدود ۸۷٪ آب، مقدار کمی پلی ساکارید (حدود ۲٪) و ۱۲٪ پروتئین است.

جزء پروتئینی آن مخلوطی است که ۶۵٪ آن را پروتئین اووالبومین [1] با وزن مولکولی ۴۴,۰۰۰ و مولکولهای تقریباً کروی (به قطر ۲۲ آنگستروم) تشکیل می‌دهد. سایر پروتئین‌های آن عبارتند از میوسین [2] (۲٪) که آکنده از کربوهیدرات است، گلوبولین [3] (۶٪)، لیزوزیم [4] (۳٪)، کونالبومین [5] (۱۷-۹٪) و اوومیوسویید [6] (۱۴-۹٪).

برای استخراج این پروتئینها ابتدا سفیده تخم‌مرغ را می‌زنند تا غشاهای آن گسیخته شود. مایع به دست آمده را پس از جداسازیِ بقایای جامد به عنوان مادهٔ لایه‌ساز به کار می‌برند.

1 - *Ovalbumin*
2 - *Mucin*
3 - *Globulin*
4 - *Lysosyme*
5 - *Conalbumin*
6 - *Ovomucoid*



شکل (۳۵)

- خواص

فیلم حاصل از سفیده تخم‌مرغ خیلی شکننده است، به ناچار نرم‌کننده‌ای مانند گلیسرول به آن می‌افزایند. سفیده تخم‌مرغ دارای نسبتی از تمام آمینواسیدهای طبیعی است که ارزش غذایی آن را از کلیه پروتئین‌های غذایی بالاتر می‌برد. فقط لاکتالبومین[1] شیر از این نظر با آن برابری می‌کند.

زرده تخم‌مرغ

- ترکیب

زرده تخم‌مرغ امولسیونی است حاوی مواد ذیل: بیش از ۵۱٪ آب، ۳۸-۱۷٪ لیپید، ۱۵٪ پروتئین (لیوِتین[2] و فسویتین[3]) و فسفولیپیدی موسوم به لسیتین (۲/۲٪ فسفر) که خواص فعال‌کننده سطحی قابل توجهی دارد. رنگ زرد آن نیز معلول وجود رنگدانه‌های کاروتن (لوتئین[4] و زیگزانتین[5]) است.

1 - *Lactalbumin*
2 - *Livetine*
3 - *Phosvitine*
4 - *Lutein*
5 - *Zeaxanthin*

آمینو اسید زرده شبیه آمینو اسید سفیده است لذا در تجزیه شیمیائی نمی‌توان به راحتی بین این دو تمایز قائل شد.

- خواص

لیپیدهای موجود در زرده خشکانه نیستند. بنابراین می‌توان از آنها به عنوان نرم‌کننده استفاده نمود، البته باید احتیاط لازم را رعایت نمود، زیرا می‌توانند بر انجماد روغنها تأثیر زیانباری بگذارند.

وجود ماده فعال لسیتین در زرده تخم‌مرغ به آن این امکان را می‌دهد که امولسیونهای پایداری (مایونز) بوجود آورد.

تمپرا (نقاشی لعابی)

عناوین تمپرا و دیستمپر (Tempera و Distemper) اغلب مترادف به کار برده می‌شود ولی هنوز دربارهٔ آنها سوء تعبیرهایی مشاهده می‌شود.

ام. هاول[1] (103) و ***دوئرنر***[2] (106) عنوان تمپرا را بر هر نوع امولسیون یا سوسپانسیونی از رنگدانه به کار می‌بردند، بدون اینکه به ترکیب امولسیون اهمیت بدهند: فاز برونی یا محیط انتشار (ر.ک. ص ۲) می‌توانند تخم‌مرغ، صمغ پلی ساکارید، ...، باشد و فاز درونی یا فازِ پاشیده می‌تواند روغن خشکانه، رزین، موم، ...، باشد، و برعکس. بایستی خاطرنشان کرد که این فاز برونی یا محیط پراکندگی است که صفات اختصاصی‌اش را به امولسیون می‌دهد.

ا. پی لائوری[3] تعاریف ذیل را ارائه می‌کند. "موقعی که دربارهٔ محیط تمپرا می‌نویسم منظورم محیطی است که در آن بست با آب مخلوط یا در آن حل شده است مانند چسب سریشم و سفیده و زرده تخم‌مرغ".

---

1 - M. Havel

2 - Doerner

3 - A. P. Laurie

د. و. تامپسون[1] (105) "تمپرای" خود را با مخلوط کردن یک زرده تخم‌مرغ با یک یا دو قاشق غذاخوری آب تهیه می‌کند.

برخی از مردم واژهٔ distemper (در زبان فرانسه detrempe) را برای نقاشیهای دارای بست پروتئینی (مانند سریشم حیوانی یا تخم‌مرغ) به کار می‌برند، ولی این قاعده مورد پذیرش عموم نیست.

بنابراین در کاربرد این واژه‌ها بایستی مراقبت زیادی نمود، زیرا نویسندگان مختلف از واژه‌های مذکور استنباطهای متفاوتی دارند (117).

آزمایشهای تجزیه‌ای متعددی در IRPA[2] (110 و 109 و 108 و 107) و سایر مراکز انجام گرفته (... 89 و 79 و 115 و 114 و 113 و 91 و 112 و 111) و پس از سالها، اطلاعات جامعی دربارهٔ مواد مصرفی استادان قدیمی به دست آمده است.

دربارهٔ نحوه ساخت امولسیونها نسخه‌های متعددی وجود دارد (ر.ک. ص ۲) که بعضی از آنها را در جدول صفحهٔ بعد ملاحظه می‌فرمائید.

در بیشتر موارد شناخت فاز درونی و برونی از روی دستورها کار مشکلی است. یک آزمایش ساده آنست که هر یک از فازها را جداگانه به امولسیون اضافه نمائیم. می‌دانیم که افزایش فاز برونی، امولسیون را رقیق‌تر و افزایش فاز درونی آن را غلیظ‌تر می‌کند. چون خواص ویژهٔ امولسیون تابع فاز برونی است، روغنی یا آبی بودن فاز برونی، امولسیون را چرب یا رقیق خواهد نمود.

در طول زمان همواره امولسیونها مورد توجه و علاقهٔ هنرمندان بوده‌اند. در واقع تلاش برای ترکیب خواص دو نوع بست روغنی و آبی، کار وسوسه‌انگیزی است. بسیاری از مردم عقیده دارند که بستِ معروفِ به کار رفته در آثار استادان فلاندری چنین بوده است.

---

1 - D. V. Thompson

2 - IRPA (Institut Royal du Patrimoine Artistique)

مؤسسه سلطنتی حفظ آثار هنری که مرکز آن در کشور بلژیک است.

دستور ساخت امولسیون

فاز برونی یا درونی	مادهٔ فعال در سطح، کلوئید محافظ	فاز درونی یا برونی	توضیح	منبع
آب + سفیده تخم‌مرغ ۱ ۲۰۰g		روغن رزین دامار ـ ماستیک	اختیاری: ۲/۵٪ زاج ماشینی	(106) (106)
آب + زرده تخم‌مرغ $\frac{۱}{۲}$ فنجان ۱		روغن ($\frac{۱}{۲}$ فنجان)		(116)
آب + زرده تخم‌مرغ ۲ حجم + ۱ حجم		روغن یا ماستیک جلا : ۱ حجم		(105)
سرکه + زرده تخم‌مرغ ۲ حجم + ۱ حجم		روغن بزرک ۱ حجم	سرکه: برای برخی از رنگدانه‌ها مضر است	(117)
آب + زرده تخم‌مرغ ۲ حجم + ۱ حجم		تربانتین ونیزی	متوسط	(105)
آب + تخم‌مرغ کامل ۲ حجم + ۱ حجم		روغن (۱ حجم)	اول روغن اضافه شود سپس آب	(106)
		روغن بزرک + دامار ($\frac{۱}{۳}$ و $\frac{۲}{۳}$) یا ($\frac{۱}{۴}$ و $\frac{۳}{۴}$)		(106)
سرکه + تخم‌مرغ ۲ حجم + ۱ حجم		روغن بزرک یا خشخاش: ۱ حجم		(117)
آب + تخم‌مرغ ۱/۴Lb + $\frac{۱}{۲}$ Lb		جلای روغنی ۱/۴Lb	+ مقدار کمی موم	(116)
سرکه + تخم‌مرغ $\frac{۱}{۲}$ لیتر + ۵۰	صابون سیاه ۱ فنجان $\frac{۱}{۲}$L + آب ولرم	$\frac{۳}{۸}$ لیتر روغن + $\frac{۱}{۸}$ لیتر روغن تربانتین		(116)
آب + تخم‌مرغ ۲۰۰ml ۳۵۰ml		روغن خشکانه (۱۰۰ml) + لاک الکل	۱۰ml+ سرکه ، در آخر آب اضافه شود	(117)

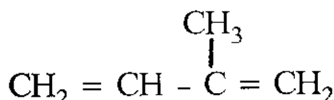
دستور ساخت امولسیون

فاز برونی یا درونی	مادهٔ فعال در سطح، کلوئید محافظ	فاز درونی یا برونی	توضیح	منبع
آب + روغن ۲ سهم ۲ سهم		روغن بزرک : ۱ سهم کوپال یا ماستیک : ۱ سهم	قبل از مصرف آب اضافه شود	(117)
آب + سریشم‌حیوانی		آب جوش (حاوی سرب) + روغن تربانتین		(118)
آب + سریشم‌حیوانی	زرده تخم‌مرغ	روغن		(117)
آب + کازئین ۲۵۰ml ۱/۴ + ۱۰g کربنات آمونیوم		روغن، رزین، روغن بزرک غلیظ، روغن خشخاش موم، صابون، عطرسنبل (aspic)	زرد می‌شود	(106)
آب + کازئین ۲۰g ۱۰۰g + ۱۰ml آمونیاک		جلای روغنی	کار با آن آسان است	(119)
آب + صمغ عربی ۲ سهم ۱ سهم		روغن تا ۶ سهم	ظاهری کدر دارد	(106)
آب + صمغ کتیرا ۲ سهم ۱ سهم		روغن تا ۶ سهم	ظاهری کدر دارد	(106)
آب + خمیر چاودار		جلای روغنی		(118)
آب + صمغ درخت گیلاس یا صمغ عربی		روغنی که به مدت ۱ ساعت در دمای $240^{\circ}C$ جوشیده است + ۰/۵٪ لیتارژ (مقدار کمی روغن بزرک یا روغن گردو)	براق ولی حساس در برابر رطوبت	(118)

۴. ترپنها یا مواد رزینی (122 و 121 و 120)

رزینهای ترپن گروه وسیعی از محصولاتِ قلمرو گیاه را تشکیل می‌دهند.

با اینکه مادهٔ سازای مواد خیلی متنوعی مانند رزینها، بلسانها و اسانسها هستند، همگی از واحدهای منفرد مشابهی به نام ایزوپرن[1] تشکیل شده‌اند:



با توجه به تعداد واحدهای ایزوپرن موجود در مولکول، ترپنها را به صورت ذیل طبقه‌بندی می‌کنند:

الف) مونوترپنها : ۲ واحد ایزوپرن (روغن تربانتین، عطر سنبل (Lavender)، اسانس گل سرخ، اسطوخودوس (aspic) و غیرو).

ب) سزکوئی ترپنها : ۳ واحد ایزوپرن (روغن تربانتین، عطر خس خس (Vetiver)، روغن ترنج، روغن نعنای هندی، روغن سنبل هندی، لاک شفاف و غیرو).

ج) دی ترپنها : ۴ واحد ایزوپرن (کلوفون، سندروس، کوپال و غیرو).

د) تری ترپنها : ۶ واحد ایزوپرن (ماستیک، دامار، صمغ لامی و غیرو).

هـ) کائوچو : دارای n واحد ایزوپرن است.

به نظر می‌رسد که وظیفهٔ رزینهای ترپن نیز مانند صمغهای پلی ساکارید (ر.ک. صفحه ۶۴) در اصل مسدود کردن جراحات در برخی از گیاهان است. مونو و سزکوترپنها مایع‌اند و نقش حلال را برای دی و تری ترپنها، که به صورت ترشحات غلیظ شکافهای گیاه هستند، ایفا می‌کنند.

ترکیب مواد رزینی همیشه پیچیده است. ماهیت خاک و اقلیم حتی در نمونه‌های مشابه تفاوتهایی ایجاد می‌کند. گذشت زمان نیز تغییرات شدیدی به وجود می‌آورد. با این حال همانگونه که اخیراً ***میلز و وایت*** (123) گزارش نمودند، ترکیبات ثابتی وجود دارد که با توجه به آنها می‌توان برخی از رزینها را دسته‌بندی کرد.

---

1 - Isoprene

تولیدکنندگان اصلیِ دی ترپنها، درختان کاج و خانواده بزرگی از گیاهان ***لگومینوس***، موسوم به ***کازالپینیاسی***[1] هستند.

تری ترپنها را به طور عمده از نهاندانگان استخراج می‌کنند.

جدول ذیل که ترکیب رزینها را نشان می‌دهد برگرفته از تحقیق میلز و وایت است.

ویژگیهای رزینها، پیرو تحقیق میلز و وایت (123)

رده / طبقه	خانواده	جنس / گونه	ترکیب
Coniferales	Pinaceae	Pinus haploxylon (pine)	abietadiene acids (abietic, dehydroabietic and 7-oxodehydroabietic acids) pimaradiene acids (little) thunbergene
		Pinus diploxylon	abietadiene and pimaradiene acids (less)
		Picea abies (spruce)	undoubtedly similar to pines
		Abies (fir)	abietadiene acids pimaradiene acids abienol: drier
		Larix (larch)	abietadiene acids, pimaradiene acids, manool, larixyl acetate 30% in Venice turpentine
		Pseudotsuga (Douglas)	abietadiene acids, pimaradiene acids, thunbergene, thunbergol (unstable)

1 - *Caesalpiniaceae*

رده / طبقه	خانواده	جنس / گونه	ترکیب
	Cupressaceae	(cyprees/ juniper)	I no abietadiene acids pimaradiene acids (sandaracopimaric acid) labdane: communic acid totarol-ferruginol= phenols
Coniferales (cont.)	Araucariaceae	Agathis dammara (Manila copal)	sandar acopimaric acid polymerized communic acid agathic acid
		Agathis (kauri copal)	sandaracopimaric acid polymerized communic acid co-polymerized communic acid + communol, abietic acid
		Agathis australis	sandaracopimaric acid polymerized communic acid agathic acid, abietic acid, neoabietic acid
		Araucaria	labdane
Leguminosae (Angiosperms)	Cesalpiniaceae	Copaifera (copaibas)	labdanes neither abietane nor pimarane ozic acid
		Bymenaea (courbarils)	
Guttiferales (Angiosperms)	Dipterocarpaceae	Dipterocarpus (dammar)	dammarane (some times oleanane and ursane)
Terebinthales	Anacardiaceae	Pistacia lentiscus (mastic)	euphane oleanic acid
	Burseraceae	Commiphora (myrrh)	
		Boswellia (oliban)	
		Canarium luzonicum (elemi)	α and β amyrine and uphane

مونو و سزکوترپنها

روغن تربانتین

این روغن از تقطیر ترشحات گیاهان گونهٔ **پینوس** به دست می‌آید. وزن مخصوص آن بین ۰/۸۶۰ تا ۰/۸۷۵ و ضریب شکست نور آن بین ۱/۴۶۵ تا ۱/۴۸۳ نوسان دارد. دامنهٔ نقطه جوش آن بین ۱۵۰ تا ۱۸۰ درجه سانتیگراد است. این ماده به عنوان حلال برای رزینهای ترپن و حتی روغنهای پلیمریزه شده و نمکهای فلزی (مورد استفاده به عنوان خشک‌کننده) به کار برده می‌شود (124).

روغن اسطوخودوس (125)

این ماده از گلهای اسطوخودوس بزرگ (***لاواندولا لاتیفولیا***[۱] یا ***ال.سپیکا***[۲]) به دست می‌آید و مانند تربانتین به عنوان حلال رزینها و روغنها به کار می‌رود.

مونو، سزکو و دی ترپنها

تربانتین ونیزی

محصولی است از کاج اروپایی (**لاریکس دسیدوا**[۳]) که در کوههای اروپای مرکزی می‌روید.

رزین در درون تنهٔ درخت ظاهر می‌شود نه در برون آن. بنابراین برای استخراج آن بایستی سوراخی عمیق در تنه ایجاد کرد. سپس باید جلوی این سوراخ مسدود شود تا طی ماههای تابستان، بدون وجود هوا، رزین انباشته گردد.

در قرن هیجدهم و نوزدهم به وفور از این رزین استفاده می‌شد.

تربانتین استراسبورگی

از درخت صنوبر (***آبیس اکسلزا***[۴] یا ***آ.پکتیناتا***[۵]) به دست می‌آید.

---

1 - *Lavandula Latifolia*

2 - *L. Spica*

3 - *Larix decidua*

4 - *Abies excelsa*

5 - *A. Pectinata*

مجاری رزین در سطح تنه قرار دارند، لذا می‌توان مستقیماً رزین را برداشت نمود.

از این گروه همچنین می‌توان اشاره نمود به، تربانتین بوردویی که از ***پینوس ماریتیما***[1] استخراج می‌شود و پس از پیرولیز زفت بورگوندی به صورت باقیماندهٔ جامدی به دست می‌آید. همچنین، تربانتین ژورایی که از ***پیسا وولگاریس***[2] یا کاج قرمز به دست می‌آید و ***بوم کانادایی*** (بلسان کانادایی) که از صنوبر کانادایی ***آبیس بالساما*** به دست می‌آید. پوست تنهٔ درخت پوشیده از تکمه‌های حاوی رزین است.

ـ خواص

همهٔ این روغنها و الئورزینهای اصلی علاوه بر مواد فرّاری که ضمن تشکیل فیلم پراکنده می‌شوند حاوی برخی از مواد کم و بیش غلیظ‌اند که با واکنشهای اکسیداسیون و پلیمریزاسیون سخت می‌شوند، درست شبیه خشک شدن روغن (ر.ک. ص ۲۱). این واکنشها به کندی صورت می‌گیرد، لذا فیلم مدتی طولانی چسبناک باقی می‌ماند.

واکنش اکسیداسیون همچنین موجب تولید محصولات رنگین می‌شود. به همین دلیل به مرور زمان تیرگی آشکاری در فیلم ظاهر می‌گردد.

دی ترپنها

کلوفون (روزین)

کلوفون معمولاً از ترشحات درخت کاج به دست می‌آید، گرچه گونه‌های دیگری، مانند صنوبر و کاج اروپائی (صنوبر اصیل) یا به عبارتی همهٔ گونه‌های ***پیناسیا***[3] (ر.ک. جدول. ص ۸۷) آن را تولید می‌کنند.

برحسب نحوهٔ عصاره گیری سه نوع کلوفون به دست می‌آید. ***کلوفون ژم***، ***کلوفون چوب*** و ***کلوفون روغن تُفاله چوب***.

---

1 - *Pinus maritima*
2 - *Picea vulgaris*
3 - *Pinaceae*

کلوفون ژم

درختان کاج برای التیام جراحات پوست خود کلوفون ژم ترشح می‌کنند. این مواد ضمن اینکه الیاف چوب را به هم می‌چسبانند دارای خواص میکروب‌کشی نیز هستند (فروژینول[1]، اسید پودوکارپیک[2]، ...) (126).

ژم ترکیبی است از کلوفون (۶۸ تا ۷۲٪)، تربانتین (۲۲ تا ۲۴٪) و آب (۵ تا ۱۲٪). پس از رسوب‌دهی و جداسازی پی در پی برای جدا کردن ناخالصیهای معدنی و گیاهی، تربانتین را به روش تقطیرِ بخار یا تقطیر در خلاء، در ظروف فولادی زنگ‌نزن، از کلوفون جدا می‌کنند. از بالا بردن بیش از حد حرارت بایستی خودداری نمود زیرا این مواد به سرعت اکسیده و پلیمریزه می‌شوند و رزینهایی با رنگ خیلی تیره تولید می‌کنند.

کلوفون چوب

پیشرفت فن‌آوری تولید کلوفون چوب به طور اخص از آمریکا شروع شد. در آنجا برای عصاره‌گیری، کُنده‌های کاج را در حلال آروماتیک قرار می‌دهند. چون این عملیات در ابعادی وسیع انجام می‌شود، قیمت کلوفون به دست آمده از کلوفون ژم خیلی ارزانتر است.

کلوفون روغن تفاله چوب

روغن تفاله چوب یک فرآورده جنبی است که طی عملیات تولید سلولز از چوب کاج به دست می‌آید. این ماده حاوی ۵۴ درصد اسیدهای رزینی است، به علاوه مقداری اسیدهای چرب غیر اشباع (۵۰ درصد) دارد که بایستی از آن جدا شود.

ـ ترکیب

جهت کسب اطلاعات بیشتر بایستی به جدول صفحه ۸۷ رجوع شود، در

1 - *Ferruginol* 2 - *Podocarpic Acid*

این صفحه فقط توضیحات مختصری ارائه می‌شود. کلوفون تازه حاوی حدود ۹۵ درصد اسیدهای رزینی است که بسته به سهولت اکسیداسیون، آنها را به سه گروه تقسیم می‌کنند:

الف) اسیدهایی که پیوندهای دوگانهٔ مزدوج دارند و خیلی مستعد اکسایش هستند، شامل اسیدهای آبیتادینیک[1] (اسید آبیتیک، اسید نئوابیتیک، اسید لِوُپیماریک و اسید پالستریک)، ۶۰ درصد.

ب) اسیدهایی که دارای پیوندهای دوگانه غیر مزدوج هستند و تمایل کمتری به اکسایش دارند، شامل اسیدهای پیماردینیک[2] (اسیدهای دکستروپیماریک و ایزودکستروپیماریک)، ۲۰ تا ۲۵ درصد.

ج) این اسیدها تمایل خیلی کمی به اکسایش دارند و موسوم‌اند به اسیدهای دهیدروآبیتیک (اسیدهای دی هیدروآبیتیک و تتراهیدروآبیتیک) ۵ تا ۱۰ درصد.

محلِ پیوندهای مزدوج دوگانه قابل تغییر نیست. تحت تأثیر گرما، ترکیبی شکل می‌گیرد که بیشترش شامل اسید ابیتیکِ پایدار است و تقریباً اسیدِ لِوُپیماریک در آن وجود ندارد.

با گذشت زمان در اثر واکنشهای هیدروژنش که در حین اکسایش رخ می‌دهد اسید دی هیدروآبیتیک زیادتر می‌شود. این اسید در جای خود اکسیده می‌شود و تشکیل اسید ۷ـ اگزودهیدرو آبیتیک[3] می‌دهد. بنابراین قسمت اعظم مواد موجود در رزینهای قدیمی شامل همین دو ترکیب است.

ـ خواص

کلوفون نقایصی دارد که کاربردش را منحصر می‌کند به تولید جلاهای موقتِ ارزان قیمت.

نقطه ذوب آن پائین است، لذا در معرض نور خورشید به راحتی چسبناک

1 - *Abietadienic* 2 - *Pimardienic*

3 - *"7-Oxodehydroabietic Acid"*

می‌شود. آمادگی زیاد این ماده برای اکسایش موجب تیره شدن و سفیدک زدنش می‌شود.

به دلیل بالا بودن اسیدیته تماسش با رنگدانه‌های آلی و الیاف سلولز مضر است. خاصیت جذب شدید حلال در کلوفون موجب می‌شود که فیلم آن به کندی سفت شود و مدتها چسبناک باقی بماند.

به نظر می‌رسد که از این رزین با وجود خواصِ مضرّش، در گذشته فقط در غرب اروپا استفاده زیادی می‌شده است. در واقع بارها وجود آن را در جلاها و رزینهای قدیمی ثابت کرده‌اند (147). وایت (148) نیز در جلای چندین ساز ایتالیائی، مربوط به قرن هیجدهم، نوعی رزین پینوس را شناسائی کرده است.

سندروس

سندروس از درختان کاج خانوادهٔ ***کوپرساسیا***[1] (ر.ک. جدول. صفحه ۸۷) بومی شمال آفریقا (***تتراکلینیز آرتیکولاتا***[2])، کرانه‌های مدیترانه (***ژونیپروس کومیونیس***[3]، ***ژ.فونیسا***[4]، ***ژ.تریفرا***[5])، استرالیا (***کالیتریس کوادریوالویس***[6]، ***سی - کالوملاریس***[7]) و درختان سرو و سرو کوهی به دست می‌آید.

رزین به صورت قطره‌های کوچک و شفافی از تنه درخت ترشح می‌شود. با ایجاد شکافهایی در تنه درخت جریان رزین بیشتر می‌شود. ماده‌ای که با این روش به دست می‌آید به صورت قطره‌ای کشیده، براق و زرد کمرنگ است. از تکه‌های رزین حاصل از قطره‌های چکیده در پای درخت، سندروس نامرغوب به دست می‌آید. این سندروس ناخالص و رنگ آن تیره‌تر است.

---

1 - *Cupressaceae*
2 - *Tetraclinis Articulate*
3 - *Juniperus communis*
4 - *J. Phoenicea*
5 - *J. Thurifera*
6 - *Callitris Quadrivalvis*
7 - *C. Columellaris*

- ترکیب

جدول را ببینید، فقدان اسیدهای آبتیادینیک را بایستی مدنظر داشت. از میان اسیدهای پیمارادین، پس از گذشت سالیان اسید سندرکوپیماریک[1] بیش از بقیه برجای می‌ماند.

- خواص

این رزین هم عیوب کلوفون را دارد ولی تمایلش به تیره شدن کمتر است. معمولاً برای جلوگیری از سفیدک زدن آن را با تربانتین ونیزی ترکیب می‌کنند. فیلمهای حاصل از سندروس، سخت و براق‌اند. درگذشته از این ماده به عنوان روکش محافظ برای فلزات استفاده می‌شد.

کوپال (سندروس بلوری)

این عنوان شامل یک سری از رزینها با منشاء متفاوت است. سخت‌ترین آنها رزینهای سنگواره‌ای‌اند که گاهی منشاء آنها گونه‌های گیاهی منقرض شده است. منشاء اصلی این رزینها، گونه‌های ***آروکاریاسیا***[2] (کاجها) و ***سیزالپیناسیا***[3] (لگومینوس) است.

ظاهراً واژهٔ کوپال در اصل، مکزیکی است ولی این ماده را می‌توان در مناطق مختلف جهان جمع‌آوری نمود: در آمریکای جنوبی (کوپالهای دیمرارا[4] و پارا، صمغ اقاقیا و سندروس برزیلی)، در شرق آفریقا (کوپال زنگبار، لیندی[5]، تانگانیکا[6]، ماداگاسکار و اینامبان[7]، در غرب آفریقا (کوپال کنگو، سیرالئون، بنین، اسرا[8]،

---

1 - Sandarocopimaric

2 - Araucariaceae

3 - Caesalpinaceae

4 - Demerara & Para Copals

5 - Lindi

6 - Tanganyika

7 - Inhambane

8 - Accra

آنگولا، لوانگو، بنگال، گابون و کامرون) در نیوزیلند (کوپال فُسیلی کاج) در هند شرقی (کوپال مالایا، پونتیاناک، فیلیپینی، سوماترا و برنئو) و در مانیل (کوپال مانیلایی).

- ترکیب

به جدول رجوع نمائید.

- خواص

اغلب کوپالها نقطه ذوب بالایی دارند و در بیشتر حلالها و روغنها نامحلول‌اند. برای اینکه محلول شوند باید آنها را پیرولیز (ذوب در حرارت حدود $320^{\circ}C$) نمود. در این دما، رزین کربوکسیل‌زدایی می‌شود و حدود ۲۰٪ از وزنش را از دست می‌دهد. این عمل اسیدیته را کاهش می‌دهد ولی آنها را به شدت رنگی می‌کند. در این مرحله رزینها در روغن و تربانتین محلول‌اند.

فرمول‌بندی برخی از روغنها و جلاهای مورد استفاده در گذشته چنین بوده است (127):

الف) ورنی آبی، (رزین / روغن به نسبت ۱ به ۲-۰/۷۵)

کوپال کنگو	۳۳/۰۰
روغن بزرک غلیظ	۲۴/۰۰
رزینات سرب	۰/۷۵
رزینات کبالت	۰/۲۵
روغن تربانتین	۴۲/۰۰

مواد فوق را به عنوان جلای درزگیر[1] به کار می‌بردند، طی ۳ ساعت خشک و طی ۵ ساعت سخت می‌شد.

1 - *Stopping - up Varnish*

ب) ورنی روغنی (رزین / روغن به نسبت ۱ به ۳-۱/۵)

۲۵/۰	کوپال ماداگاسکار
۲۷/۰	روغن بزرک
۰/۵	لینولئات سرب
۰/۲	لینولئات کبالت
۳۹/۵	روغن تربانتین

اینها را به عنوان جلای نهایی به کار می‌بردند، طی ۴ ساعت خشک و طی ۸ ساعت سخت می‌شد. فیلم حاصل از کوپالهای زنگبار و ماداگاسکار خیلی سخت، براق و مقاوم است و می‌توان آنها را با مقدار زیادی روغن درهم آمیخت. این رزینها به عنوان جلایِ خارجی و جلای قایق مصرف عمده‌ای دارند.

نوع خیلی سخت کوپال کنگویی به دلیل ارزانی و کیفیت بسیار خوب و تضمین شده به طور عمده جایگزین جلاهای فوق‌الذکر شده است، البته اسیدیته بالای آن موجب می‌شود که هنگام ترکیب شدن با رنگدانه‌های آلی، غلظت به طور نامطلوبی افزایش یابد.

کوپال کنگویی نیمه سخت به عنوان جلای داخلی برای کف اتاقها، لوازم خانگی، اسباب بازیها و غیرو مصرف داشته است.

صمغ مانیلایی برخلاف جلاهای فوق، پس از پیرولیز در الکل حل می‌شود. با این حال می‌توان مقدار کمی روغن به آن اضافه نمود هر چند که این امر کاربردش را در تولید لاک ـ الکل محدود می‌کند.

کوپالهای مانیلا و پونتیاناک جزو فرآورده‌هایی هستند که به میزان زیادی در الکل حل می‌شوند. مواد مذکور به ویژه به دلیل انعطافِ لایه‌ای که می‌سازند حائز اهمیت بسیار هستند.

تری ترپنها

دامار

این رزینها محصول درختان خانواده **دیپتروکارپاسیا**[1] (نهاندانگان) (ر.ک. جدول. ص ۸۷) هستند که از نیوزیلند تا فیلیپین و به ویژه در جزایر اندونزی یافت می‌شوند.

بعضی از این رزینها منشاء سنگواره‌ای دارند و خیلی سخت هستند، گونه‌های پرمصرف را با ایجاد شکاف در تنه درختان به دست می‌آورند، ولی جمع‌آوری رزین اغلب خیلی مشکل است. در واقع بایستی ۵۰ سال صبر کرد تا در نهایت درخت به خوبی رزین تولید کند. با کهنسال شدن درخت، رزین بیشتر و بیشتر خارج می‌شود و مورد حمله حشرات قرار می‌گیرد، به علاوه درختان اصلی را باید در میان سایر درختان، در جنگل بکر، جستجو نمود.

رزین به صورت دانه‌های گرد و به رنگ زرد روشن یافت می‌شود. تکه‌ها را بر اساس ابعادشان در دسته‌بندی‌های کیفی A ، B ، C ، D ، E و F قرار می‌دهد. درجه "A" برای تکه‌هایی به بزرگی تخم کبوتر به کار می‌رود، "E" برای تکه‌هایی به اندازه بذرهای ریز و "F" برای پودر آنها.

- ترکیب

(ر.ک. جدول. ص ۸۷)

- خواص

همانند اغلب رزینهای تری ترپن، دامارها جلاهای خوبی می‌سازند. این رزینها به خوبی در حلالهای آلی حل می‌شوند و در مقایسه با جلاهای دی ترپنی کمتر زرد می‌شوند، لذا از آنها به عنوان جلای نقاشی استفاده می‌شود.

رزینهای دامار در وایت اسپیریت، حلالهای آروماتیک و تربانتین محلول‌اند.

---

1 - *Dipterocarpaceae*

توصیه شده است دامار در حلالهای ولرم حل شود زیرا جلای حاصل از آن در مقایسه با داماری که در حلال سرد حل شده شفاف‌تر است. اینها همان ورنیهای بلوریِ (Crystal Varnishes) معروف هستند.

افزایش الکل به محلول دامار موجب ته‌نشین شدن بقایای مومی (۲۰-۱۵ درصد) می‌شود. دامار به دلیل داشتن خواص چسبندگی مناسب محبوبیت خاصی دارد، به همین دلیل اغلب آن را به موم اضافه می‌کنند تا چسبندگی آن افزایش یابد.

در مقام مقایسه با سایر رزینهای طبیعی، دامار این مزیت را دارد که فقط کمی اسیدی می‌شود. لذا برای رنگدانه‌های آلی یا بافته‌های کتانی ضرری ندارد. این عامل دلیل دیگری است برای ارجحیت آن در ساخت ترکیبات "موم و رزین" مصرفی برای آسترگیری.

متأسفانه فیلمهای حاصل از دامار نرم و کم دوام‌اند، اندکی چسبناک می‌شوند و با گذشت زمان زرد و کمی نامحلول می‌شوند.

برای رفع این نقایص ***لافونتین*** (150 و 149) پیشنهاد نموده که به میزان ۱ درصد وزنی، مادهٔ ضد اکسنده (سیبا ارگانوکس ۵۶۵)[1] به محلول دامار اضافه شود.

ماستیک

رزین ماستیک از خانواده دیگری از نهاندانگان است به نام ***آناکاردیاسیا***[2]، به ویژه درخت پسته، ***پیستاسیا لنتیسوس***[3]، که به طور گسترده در کرانه‌های مدیترانه می‌روید. ماستیک به خصوص در جزیره چیوز[4]، جایی که از دوران باستان کاربرد داشته، جمع‌آوری می‌شود.

- ترکیب

هنوز کاملاً شناخته نشده است (ر.ک. جدول. ص ۸۷).

---

1 - *Ciba Irganox 565*

2 - *Anacardiaceae*

3 - *Pistacia Lentiscus*

4 - *Chios Island*

ـ خواص

ماستیک در هیدروکربنهای آروماتیک خیلی محلول است. همانند دامار، افزودن الکل به محلول این رزین موجب رسوب ۲۰-۱۵ درصد موم می‌شود. فیلمهای ماستیک براق و انعطاف‌پذیر ولی بی‌دوام‌اند.

صمغ لامی[1]

سومین خانواده نهاندانگان موسوم به ***برسراسیا***[2] انواعی از بلسانها و رزینهای نرم و خوشبو تولید می‌کند، از جمله "لامی" که از گونه‌های مختلف ***کاناریوم***[3]، ***کومیون***[4]، ***لزونیکوم***[5] به دست می‌آید. این گونه‌ها به طور گسترده در بسیاری از نواحی آفریقا، مکزیک، برزیل، مانیلا و غیرو می‌رویند.

ـ ترکیب

صمغ لامی علاوه بر مشتقات تری ترپنها (ر.ک. جدول. ص ۸۷) حاوی مشتقات فرّار دیگری است که عامل بوی آن هستند، از جمله سسکوترپنهایی نظیر المول[6] و المسین[7].

ـ خواص

صمغ لامی در هیدروکربنهای آروماتیک و الکل حل می‌شود. به عنوان نرم‌کننده کاربرد دارد و موجب چسبندگی خوب و براقیت می‌شود.

---

1 - *Gum Elemi*

2 - *Burseraceae*

3 - *Canarium*

4 - *Commune*

5 - *Luzonicum*

6 - *Elemol*

7 - *Elemecin*

۵. مواد رزینی (تا حدودی) فاقد ترپن

در این گروه تعدادی از رزینهای نرم و سخت جای می‌گیرند که همیشه حاوی ترپنها نیستند.

بنزوئین

عصاره بلسان ***استیراکس بنزوین***[۱] یا ***اس. تونکینز***[۲] (خانواده: ***استیراسیا***[۳]، طبقه: ***ابنالز***[۴]، فرعی: نهاندانگان) است. این گونه‌ها در جزایر اندونزی، کامبوج و تایلند یافت می‌شود.

ـ ترکیب

این بلسان حاوی مشتقات اسیدهای بنزوئیک و سینامیک، حدود ۳۹ درصد وانیلین (که موجب بوی خاص بلسان است)، مواد رزینی و غیره است.

ـ خواص

بنزوئین مرغوب در الکل محلول است. از این مواد به عنوان نرم‌کننده در لاک الکلها و به عنوان مرهم در صنایع دارویی استفاده می‌شود.

بلسان پرو

این بلسان از ***تولیفرا پریرا***[۵]، گیاهی از خانواده پروانه آسایان، بومی کرانه‌های دریای آرام در آمریکای مرکزی استخراج می‌شود.

ـ ترکیب

این بلسان حاوی اسیدهای بنزوئیک و سینامیک، وانیلین، و برخی از رزینهای ناشناخته است.

---

1 - *Styrax Benzoin*

2 - *S. Tonkinense*

3 - *Styraceae*

4 - *Ebenales*

5 - *Toluifera Pereirae*

ـ خواص

این مایع غلیظ در آب نامحلول است ولی در الکل، حلالهای کلردار و اسید استیک حل می‌شود. به عنوان نرم‌کننده در لاک الکلها، و در صنایع دارویی و عطرسازی به کار می‌رود. ظاهراً اینکاها از این بلسان نیز مانند بلسان تولو برای مومیایی کردن استفاده می‌کرده‌اند.

بلسان تولو

این ماده از ***تولیفرا بالساموم***[1]، گیاه پروانه‌آسای بومی آمریکای جنوبی، که عمدتاً در کوهستانها می‌روید، به دست می‌آید. ترکیب و خواص آن مشابه بلسان پرویی است.

بلسان سنا

این ماده از گیاه پروانه‌آسای ***کوپایفرا لندزدورفی***[2]، بومی آمریکای جنوبی به دست می‌آید.

ـ ترکیب

بلسان سنا آمیزه‌ای است از رزینها و روغنهای کم و بیش فرار.

ـ خواص

در آب نامحلول است ولی در حلالهای کلردار، آروماتیک و سیر شده، و به ویژه در الکل ۹۵ درصد، حل می‌شود. **ون پتنهوفر**[3] (128) در آلمان از این ماده برای نرم کردن جلای نقاشیهای قدیمی و حتی برای تزریق در لایه‌های رنگ (برای تثبیت کردن آنها) استفاده نمود. البته عمل مذکور به دلیل تأثیر نرم‌کنندگی طولانی این بلسان، یک ریسک به نظر می‌رسد.

1 - *Toluifera balsamum*

2 - *Copaifera Landsdorfii*

3 - *Von Pettenhofer*

خون سیاووشان

نوعی "عصاره رزینی" است که از میوهٔ گونه‌های مختلف **دیمنوروپز**[1] یا از نخلهای بومی هندوستان و جزایر اندونزی استخراج می‌شود. همچنین از ***دراسینا دراکو***[2] که نوعی ***یاس***[3] است و اغلب ارتفاعی معادل چندین متر دارد و در جزایر قناری و غرب آسیا، به ویژه در جزیره سوکوترا[4]، می‌روید. گاهی آن را با صمغ کینو[5]، رزین قرمز رنگی که از ***پتروکارپوس ارپناسوس***[6] گرفته می‌شود اشتباه می‌گیرند. گیاه پروانه‌آسای مذکور در غرب آفریقا، هندوستان، گینهٔ فرانسه و استرالیا می‌روید.

ـ ترکیب

تراوشات، حاوی ۵۵٪ رزین قرمز است که به میزان ۱۵٪ نوعی ترکیب زرد کدر، موسوم به دراکورزن[7]، و ۸٪ ترکیب سفید رنگ، موسوم به دراکوالبان[8] از آن جدا شده است. ماهیت این مواد هنوز به درستی شناخته نشده است.

ـ خواص

این رزین در الکل محلول است. برای رنگ کردن جلایِ آلات موسیقی، همچنین به عنوان جلای محافظ فلزِ روی، و برای ساخت تیزاب (اسید نیتریک)، کاربرد داشته است.

عنبر (کهربا)

عنبر یک رزین سنگواره‌ای است که در معادن دوران کرتاسه تا پلئیستوسن (۷۰-۶۰ میلیون سال پیش) یافت می‌شود. یک منشأ احتمالی آن می‌تواند کاج

---

1 - *Daemnorops*
2 - *Dracaena Draco*
3 - *Liliacean*
4 - *Socotra*
5 - *Gum Kino*
6 - *Pterocarpus erinaceus*
7 - *Dracoresene*
8 - *Dracoalban*

منقرض شدهٔ **پینوس سوسینیفراگوپ**[1] باشد که زمانی در کنار دریای بالتیک در برمه می‌روئید (129).

ـ ترکیب

میلز و وایت (89) بر اساس جدیدترین دستاوردهای علمی، ترکیب کهربا را تشریح کرده‌اند. ظاهراً بسته به منشأ اصلی، در کهربا دو نوع مادهٔ اصلی وجود دارد: یکی از آنها شامل مشتقات یک دیمر اسید آبیتیک است و دیگری کوپلیمری از اسیدهای کامیونول[2] و کامیونیک[3] که تا حدودی شبیه مواد موجود در کوپالِ فسیلی کاج است.

ـ خواص

دِ. میرن[4] معتقد است که از این رزین بارها برای ساختن جلا استفاده شده است. البته امکان بروز یک اشتباه خاص را دربارهٔ معنای صحیح عناوین آمبرساکسنیوم[5]، کارابا[6] و گلوسا[7] (که در گذشته برای توصیف این رزین به کار می‌رفتند) بایستی مدنظر داشت. در واقع امکان زیادی وجود دارد که این عناوین را برای توصیف رزین سختِ دیگری، مثلاً برای کوپال به کار برده باشند.

مانند رزینهای دیگری که قبلاً به آنها اشاره شد عنبر نیز برای اینکه بتواند با روغن ترکیب شود بایستی ابتدا پیرولیز گردد. دِ. مِیرن روش جالبی را معرفی می‌کند که در آن با افزودن روغن کهربا (یعنی فرآورده ترپنی که با تقطیر تخریبی به دست می‌آید)، محلول کهربا تهیه می‌شود. محلولی که به این روش به دست می‌آید به تیرگی محلول حاصل از روش پیرولیز نیست.

---

1 - Pinus Succinifera Goepp

2 - Communol Acid

3 - Communic Acid

4 - De Mayerne

5 - Ambre Succinum

6 - Carabe

7 - Glossa

لاک خاور دور یا لاک واقعی

لاک واقعی نوعی شیرابهٔ صمغی رزینی است که با ایجاد شکافهایی در درخت لاک (معروف‌ترین گونهٔ آن درخت لاک ژاپنی **رس ورنیسیفرا**[1]) به دست می‌آید. همچنین لاک را می‌توان از سایر گونه‌های این گیاه در چین، اندونزی، کامبوج و غیره به دست آورد (130).

لاک تازه را صاف می‌کنند و در ظروف غیر فلزی پوشیده با کاغذ سیاهِ عایق جمع‌آوری می‌کنند. در صورت دوری از رطوبت، لاک را می‌توان مدتها نگهداری نمود. معمولاً آن را سه تا چهار سال بدون جابه‌جایی در تاریکی قرار می‌دهند، پس از ته‌نشین شدن، مرغوبترین بخشهای آن در رو قرار دارد. برای پلیمریزه شدن لاک دو عامل لازم است: یک آنزیم و یک محیط مرطوب (ر.ک. صفحه ۲۴)؛ سپس طی ۵ تا ۸ ساعت در دمای $25^{\circ}C$-۱۵ و رطوبت نسبی ۹۰-۷۵٪ سخت می‌شود.

استفاده از لاک مشکل است، زیرا هر شیء احتیاج به چندین لایه پوشش (تا ۶۰ لایه) دارد. لاک را در چین از دوران سلسله چو (۱۰۰۰ ق.م.) می‌شناختند، حدود قرن ششم در ژاپن کاربرد داشت و سپس در سایر کشورهای خاور دور مورد استفاده قرار گرفت.

در سال ۱۷۶۰ پدرْ **د. اینکارویل**[2] رازِ تولید آن را برای اروپائیان فاش نمود. لاک کروماندل[3] طی قرن هیجدهم در جامعهٔ پیشرفتهٔ اروپا خیلی رایج بود. نام کروماندل برگرفته از نامی است که کشتیهایِ باربری کمپانی هند شرقی مکرراً برای ساحل شرقی هند به کار می‌بردند. این اشیای لاکی معمولاً لوحه‌های بزرگی بود که به صورت ۱۲ لته‌ای، به علامت ماههای سال، ساخته می‌شد.

در قرن هیجدهم برادران مارتین، نوعی جلا ابداع کردند و برای ساخت لوازم خانگی از آن استفاده کردند. این جلا بدلِ لاک چینی بود. ظاهراً دستور ساخت

---

1 - *Rhus Vernicifera*

2 - *Father D. Incarville*

3 - *Coromandel Laquer*

جلای ابداعی ایشان مطابق ذیل است (132):

"روی آتشِ باز، ۳ کیلوگرم کوپال سختِ همگن مرغوب را ذوب نمائید. ضمن اینکه آن را خوب هم می‌زنید تا از مخلوط شدن آن مطمئن شوید، ۱/۵ کیلوگرم روغن بزرک داغ را داخل توده مذاب بریزید. سپس با افزودن ۴/۵ کیلوگرم روغن تربانتین، آن را رقیق کنید."

- ترکیب

ماده متشکله اصلیِ لاک، نوعی اسید فنولیک به نام اوروشیول[1] است (131):

$(2,3\ (OH)_2\ C_6H_3-C_{15}H_{31})$

- خواص

لاک چینی به محض پلیمریزه شدن کاملاً نامحلول می‌شود و در برابر عوامل شیمیائی مانند اسیدها، قلیاها، اوزون و غیرو خیلی مقاوم می‌گردد.

لاک شفاف (شلاک)

لاک شفاف مانند عصارهٔ کوچین[2] به وسیلهٔ یک حشره تولید می‌شود. منشأ آن گونه‌های ***لاکسیفر لاک***[3]، ***کوکوس لاک***[4] یا ***تاکاردیا لاک***[5]، از خانواده ***کوکیدا***[6]، است. این حشره نیز، مانند سوسکِ کوچین، نوعی رنگینهٔ قرمز تولید می‌کند که از قرن دهم در اروپا شناخته شده بود (133).

این حشره عمدتاً بر روی درخت هندی ***بوته فروندوسا***[7] زندگی می‌کند. بیشترین مقدار رزین را حشرهٔ ماده (هر حشره ۱۵۰ میلی‌گرم) در دورهٔ حاملگی تولید می‌کند. با اینکه دوره زندگی حشره فقط ۶ ماه طول می‌کشد، لاک را فقط سالی یک بار

---

1 - *Urushiol*
2 - *Cochineal*
3 - *Laccifer Lacca*
4 - *Coccus Lacca*
5 - *Tacchardia Lacca*
6 - *Coccidae*
7 - *Butea Frondosa*

می‌توان جمع‌آوری نمود. "چسبْ لاکِ"[۱] خام را خرد و سرند می‌کنند ("لاک دانه[۲]") سپس آن را، پس از ذوب کردن، صاف می‌کنند و به صورت قطره‌هایی موسوم به "لاک دکمه‌ای"[۳] یا ورقه‌هایی موسوم به "شلاک" منجمد می‌کنند. به گفته **هیتون**[۴] (134) استفاده از شلاک در اروپا از اواخر قرن شانزدهم شروع شد و از آن برای جلاکاری ویولونهای استرادیواریوس[۵] و گوئرنریوس[۶] استفاده می‌کردند.

ـ ترکیب

صمغِ لاک دارای ترکیب پیچیده‌ای است از اِسترهای اسیدهای چربِ هیدروکسی و اسیدهای سسکوترپن با ساختارِ سروی شکل (135). همچنین حاوی ۵-۳٪ موم با نقطه ذوب بین ۸۲-۷۸$^\circ$C است. درگذشته از آن به جای موم خرنوب[۷] استفاده می‌شد.

صمغ لامی اغلب آمیخته با کلوفون (تا ۱۰ درصد) است.

ـ خواص

محلول لاک شفاف تقریباً خواص غیر متعارفی از خود نشان می‌دهد. با توجه به وضعش، محلولِ آن چیزی بین یک دیسپرسیون کلوئیدی و یک سیستم پراکندهٔ مولکولی است. هنگام آماده‌سازی شلاک توصیه می‌شود که ابتدا آن را در مقدار کمی حلال قرار دهند تا نرم شود و بقیه حلال به تدریج در مراحل بعدی اضافه شود. با این روش لاک خشک بیش از حد نرم می‌شود و عمل حل شدن، آسان می‌گردد.

شلاک در الکل، قلیایی مانند بوراکس، محلول رقیق کربنات سدیم یا آمونیم، در اسیدهای فرمیک، استیک و لاکتیک، و در پیریدن محلول است.

---

1 - Sticklac

2 - Seedlac

3 - Buttonlac

4 - Heaton

5 - Stradivarius

6 - Guarnevius

7 - Carnauba Wax

فیلم شلاک در برابر نفوذ آب حساس است و در محیط‌های مرطوب دچار عارضه‌ای موسوم به «ابری شدن» (Bloom) می‌شود. فیلم مذکور براق و چسبنده است ولی به مرور زمان نامحلول و تیره می‌شود.

مدتها است که از شلاک برای جلاکاری چوب و پرداخت چرم استفاده می‌شود (136).

۶. مواد تقطیری: قطران ـ قیر

در این قسمت دو گروه از مواد، با منشأ متفاوت همزمان بررسی می‌شود.

این مواد قطرانهایی هستند که از تقطیر خشک مواد سوختنی (چوب، تورب، زغال سنگ قهوه‌ای (لینیت)، زغال سنگ، شیست‌های قیری، ....) و قیر نفتی به دست می‌آیند (137). البته خواص فیزیکی و شیمیایی آنها شباهتهایی به یکدیگر دارد.

الف) قطران

قطران‌های گیاهی ـ قطران چوب

تقطیر خشک چوب در یک محفظه در بسته، تحت درجه حرارتی حدود $350^{\circ}C$، انجام می‌شود. طی این عمل موادِ محلول و مایعات تقطیری جدا می‌شود و یک باقیماندهٔ جامد به نام قطران باقی می‌ماند. قطران ماده‌ای است قهوه‌ای و کم و بیش غلیظ و چسبنده، با بویی تند و سوزان.

ـ ترکیب

ترکیب قطران تابعِ گونهٔ چوبی است که از آن استخراج شده است. "زَفت" عنوانی است که به قطرانهای حاصل از چوبهای رزینی اطلاق می‌شود. این ماده حاوی مقداری ترکیبات ترپن مشتق شده از رزین، به علاوه یک ترکیب خیلی پیچیده از فرآورده‌های پیرولیزی به ویژه هیدروکربنهای آروماتیک (مشخصاً هیدروکربنهای چند تراکمی) است. مقداری ترکیبات فنولیک (فنول، کرزول، متی کرزول، فلورول و غیرو) نیز در آن وجود دارد.

ـ خواص

این مواد فقط اندکی در آب محلول‌اند، امّا در الکلها، حلالهای کلردار، اتـر، استون، اسید استیک و روغن به سرعت حل می‌شوند. این مواد به دلیل ثبات، قدرت چسبندگی (183)، قابلیت پرداخت‌کاری (تکمیل) برخی از مواد (مانند چوب، کتان، کنف، چرم)، ضد آب بودن، و فساد ناپذیری (مثلاً به عنوان مادهٔ درزگیر قایقها و به عنوان چسبِ کفاشی) موادی مفید شمرده می‌شوند.

بعضی از قطرانها، مانند قطران نروژی که از کاج سیلوِستر به دست می‌آید یـا روغن سدر که از درخت ارس استخراج می‌شود، خاصیت ضد عفونی کننده دارند، لذا از آنها برای درمان امراض پـوستی اسـتفاده مـی‌شود. از قـطران چـوبِ غـان بـرای پرداخت (آهارزنی) چرم‌های روسی استفاده شده است. معمولاً به قطران، مـوم یـا پارافین اضافه می‌کنند.

قطران حیوانی

این قطران اساساً از تقطیر اسـتخوان بـه دست مـی‌آید و حـاوی پـیریدین و کینولین است.

قطران گریس: باقیماندهٔ تقطیر لانولین را قطران گریس می‌نامند.

قطران زغال سنگ

فرآورده‌ای است که از تقطیرِ خشکِ زغال سنگ به دست می‌آید.

ـ ترکیب

این ماده حاوی ترکیبات آروماتیک (بنزن، تولوئن، زیلن)، ترکیبات فنولیک (فنول، کرزول، زیلنول)، بنیانهای پیریدن (مشتقات نفتالین، آنتراسِن) و غیرو است.

ـ خواص

قطران زغال سنگ ماده‌ای است سخت و تیره که با حرارت نرم می‌شود. بیشتر در آسفالت جاده‌ها به کار می‌رود.

ب) قیر

قیر یک عنوان رایج است برای گروهی از مواد آتش‌گیر طبیعی که مقدار زیادی کربن و هیدروژن دارند. این مواد به راحتی شعله‌ور می‌شوند و دود غلیظی به راه می‌اندازند. در دوران باستان بسیاری از معادن سطحی آنها را می‌شناختند و **فُبز**[1] (139)گزارش مفصلی دربارهٔ آن ارائه داده است.

ـ ترکیب

بخش عمدهٔ قیر از هیدروکربنهایی با وزن مولکولی بالا (حدود ۱۰۰۰)، به ویژه هیدروکربنهای اشباع شده و اولفینی، تشکیل شده است.

ـ خواص

مواد قیری جامدات سیاهرنگی هستند که بسیاری از آنها در ۵۰ $^{\circ}C$ نرم و در اغلب حلالهای آلی به سرعت حل می‌شوند. دانسیتهٔ آنها حدود ۱ است.

از دوران باستان مواد قیری را به منظورهای مختلف به کار می‌بردند، آن طور که **فُبز** می‌گوید:

"برای ضد آب کردن، به عنوان سیمان، برای روشنایی و گرما، در جادوگری و صنایع دارویی و کشاورزی، برای مومیایی کردن و به عنوان رنگدانه."

کاربرد این مواد به وسیله نقاشانی نظیر **ژریکو**[2] در رنگ روغن نتایج فجیعی به دنبال داشت. در واقع حرارت ملایم، مواد قیری را جاری می‌کرد، نوعی تیرگی سراسر تابلو را فرا می‌گرفت (140) و مواد مذکور به درون لایه رنگ نفوذ می‌کرد. این نوع جابه‌جایی مواد قیری تاکنون به خوبی بررسی نشده است. ممکن است که این اتفاق معلولِ نوعی از خواص فعال سطحی باشد.

در غرب اروپا از انواع مواد قیری استفاده می‌کردند. به خصوص از قیر یهودیه، که از قیر معدنی استخراج می‌شود.

---

1 - Forbes

۲ - *Gericault* ، ژان لوئی اندره تئودور، نقاش فرانسوی (۱۸۲۴-۱۷۹۱).

BIBLIOGRAPHY

ALEXANDER, S.M. "Toward a History of Art Materials". IIC Art and Archaeology Technical Abstracts, Vol. 7 N°3 (1969) 123-161; idem, Vol. 7 N°4 (1969) 201-216; idem, Vol. 8 N°1 (1970-1971) 155-174.

ANDRE, E. "Les corps gras". Collection Que sais-je? Paris: Presses Universitaires de Fance, 1950.

ANONYMOUS. "Les frères Martin". Peintures, Pigments et Vernis, 41 (1965) 374-376.

ANONYMOUS. "Les laques liants". Peintures, pigments, vernis, 41, fiche technique N°3 (1965) 377-378.

BARRY, T.H. Natural Resins. London: E. Benn Ltd, 1932.

BEAL, G.F., H.V. ANDERSON and J.S. LONG. "X-Ray Study of Some Natural and Synthetic Varnish Resins". Ind. Eng. Chem., 24 (1932) 1068-1072.

BENNETT, H. Industrial Waxes. New York and London: Chemical Publishing Co, 1965.

BLOM, A.V. Organic Coatings in Theory and Practice. Amsterdam: Elsevier, 1949.

BONDY, C. and M.M. COLEMAN, "Film Formation and Film Properties Obtained with Acrylic, Styrene / acrylic and Vinyl Acetate. Veova Copolymer Emulsions". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 53 (1970) 555-577.

BROWN, P.T. and E.W. GARNISH. "Adhesion as a Factor in the Performance of Surface Coatings". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 50 (1967) 331-354.

BRUN-THARAUD, M. "Les laques d'Extrême-Orient". Peintures, Pigments, vernis, 41 (1965) 543-552.

CAMINA, M. "Measurements of the Fading of Pigments in Relation to the Loss of Opacity". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 51 (1968) 14-26.

CARR, W. "Optical Properties of Films". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 59 (1976) 443-452.

CHAMPETIER, G. and H. RABATE, eds. Physique des peintures, vernis et pigments. 2 vols. Paris: Dunod, 1962.

CHATFIELD, H.W. The Science of Surface Coatings. London: E. Benn Ltd, 1962.

CHAUMAN, V.S., N. SRIRAM and G.B.V. SUBRAMANIAN. "Chromatographic Separation of the Alkaline Hydrolysis Products of Shellac". J. Chrom., 84 (1973) 51-58.

COLLING, J.H., W.E. CRACKER and J. DUNDERDALE. "An Investigation Into the Relationship Between the Nature of Surface Dafects and Gloss". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 49 (1966) 521-546.

COLLING, J.H. and T.M. WILKINSON. "Implications of the Paint Film Contraction Theory for Comparisons of Accelerated and Natural Weathering Results". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 58 (1975) 377-388.

COOK, R.P. Cholesterol. London: Academic Press, 1958.

COREMANS, P. "Les rayons infrarouges". Bull. des Musées Royaux d'Art et d'Histoire, 4 (1938) 87-91.

-------------------- , R.J. GETTENS and J. THISSEN. "La technique des Primitifs flamands". Studies in Conservation, Vol. 1 (1952) 3-29.

-------------------- , and J. THISSEN. "Composition et structure des couches originales", in "La Descente de croix de Rubens". Bull. IRPA/KIK, V (1962) 119-127.

CRACKER, W.E. and F.D. ROBINSON. "The Effect of Pigment Volume Concentration and Film Thickness on the Optical Properties of Surface Coatings". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 50 (1967) 111-113.

DALBON, C. Les origines de la peinture à huile. Paris: Perrin, 1904.

DE BRUYNE, N.A. and R. HOUWINK, eds. Adhesion and Adhesives. Amsterdam: Elsevier, 1951.

DE WITTE, E. "The Influence of Light on the Gloss of Matt Varnishes". ICOM Committee for Conservation (1975) Venice, 75/22/6.

-------------------- , "The Protection of Silverware with Varnishes". Bull. IRPA / KIK, XIV (1973-1974) 140-151.

-------------------- , Unpublished study.

DOERNER, M. The Materials of the Artists. London: G. Harrap & Co.

EASTLAKE, C.L. Methods and Materials of Painting of the Great Schools and Masters. New York: Dover Publ., 1960.

ELM, A.C. "Some Mechanical Properties of Paint Films". Official Digest (1953) 751-774.

ELSKENS, I. "L'enduit au goudron de bois", in "La Descente de croix de Rubens". Bull. IRPA / KIK V (1962) 154-161.

FELLER, R.L. "Factors Affecting the Appearance of Picture Varnish". Science, 125 (1957) 1143-1144.

-------------------- , "Hardness and Flexibility of Natural and Synthetic Varnishes". The Museum News (1952) 107-108.

-------------------- , "Problems in Retouching: Chalking of Intermediate Layers". Bull. IIC Amer. Group, Vol. 7 N°1 (1966) 32-34.

-------------------- , and J.L. KOSTICH. "Critical Pigment Volume Concentration and Chalking". Bull. IIC Amer. Group, Vol. 5 N°1 (1964) 25-26.

-------------------- , N. STOLOW and E.H. JONES. On Picture Varnishes and Their Solvents. Cleveland: The Press of Case Western Reserve Univ., 1971.

FIESER, L.F. and M. FIESER. Steroids. New York and London: Reinhold Publishing Corp., 1959.

FLAMM, A. "Prise d'huile et concentration critique". Peintures, pigments, vernis, 49 (1973) 129-138.

FLIEDER, F. "Mise au point des techniques d'identification des pigments et des liants inclus dans la couche picturale des enluminures de manuscrits". Studies in Conservation, Vol. 13 (1968) 49-86.

FORBES, R.J. Studies of Ancient Technology. 9 vols. Leiden, Netherlands: E.J. Brill, 1955.

FOX, S.W. and J.F. FOSTER. Introduction to Protein Chemistry. New York: J. Wiley and Sons, 1957.

GARDNER, H.A. and G.G. SWARD. Physical and Chemical Examination of Paints, Varnishes, Lacquers and Colors. Maryland: Gardner Laboratories, 1947.

GAY, M.C. "Essais d'identification et de localisation des liants picturaux par des colorations spécifiques sur coupes minces". Annales du laboratoire de recherches des Musées de France (1970) 8-24.

GENIN, G. "Emulsions et suspensions, phénomènes superficiels, mouillage". Physique des peintures, vernis et pigments, eds. G. CHAMPETIER and H. RABATE. 2 vols. Paris: Dunod, 1962.

GETTENS, R.J. and G.L. STOUT. Painting Materials. New York: Dover Publ., 1966.

GHILL, G.V. "The Mechanism of the Formation of Crystalline Bloom on Paint Films". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 57 (1974) 342-344.

GILES, C.H. A Laboratory Course in Dyeing. Bradford, U.K.: The Soc. of Dyers and Col., 1971.

GRANDOU P. and P. PASTOUR, eds. Peintures et vernis. Paris: Hermann, 1966.

GRENET-DELISLE, C. "Gonflement, perméabilité, résistance à l'eau et aux agents chimiques". Physique des peintures, vernis et pigments, eds. G. CHAMPETIER and H. RABATE. 2 vols. Paris: Dunod, 1962.

GUINIER, G. and R. GUIMBAL. Chimie. Paris: Guides pratiques Bordas, 1965.

HAVEL, M. La technique du tableau. Paris: Dessain et Tolra, 1974.

HEATON, N. "Outlines of Paint Technology". London: Ch. Griffin and Co., Ltd, 1947.

HISCOX, G.D., H.E. EIGENSON and T. O'CONNOR SLOANE. Adapted by J. JOUSSET. 3000 procédés et formules. Paris: Dunod, 1959.

HOOGERBEETS, J.G. "The Efficient Use of Titanium Dioxide Pigments in Organic Coatings". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 54 N° 12 (1971) 1162-1171.

HOUWINK, R. and G. SALOMON, eds. Adhesion and Adhesives. Amsterdam: Elsevier, 1965.

HULME, B.E. "Some Aspects of the Pigmentation on U.V. Curable Systems". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 59 (1976) 245-252.

HUTCHINSON, G.H. "Molecular Models from Pipe-Cleaners". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 52 (1969) 743-749.

-------------------- , "Some Aspects of Drying Oil Technology". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 56 (1973) 44-53.

JOHNSON, M. and E. PACKARD. "Methods Used for the Identification of Binding Media in Italian Paintings of the 15thc and the 17th Centuries". Studies in Conservation, Vol. 16 (1971) 145-164.

JOHNSTON, R.M. and R.L. FELLER. "Optics of Paint Films: Glazes and Chalking". Application of Science in Examination of Works of Art. Boston: Museum of Fine Arts, 1965.

JONES, S.R. "Physics and Painting". Bull. Inst. Physics (1960) 157-165.

KARPOWICZ, A. "Ageing and Deterioration of Proteinaceous Media". Studies in Conservation, Vol. 26 (1981) 153-160.

KATZ, R. and B.F. MUNK. "The Influence of the Solvent and of the Substrate on the Water Vapour Permeability of Films". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 52 (1969) 418-432.

KECK, S. "Mechanical Alteration of the Paint Film". Studies in Conservation, Vol. 14 (1969) 9-30.

-------------------- , and T. PETERS. "Identification of Protein-Containing Paint Media by Quantitative Aminoacid Analysis". Studies in Conservation, Vol. 14 (1969) 75-82.

KOCKAERT, L. "Note sur les émulsions des Primitifs flamands". Bull. IRPA / KIK, XIV (1973-1974) 133-139.

KRACH, A.M. and J. WOOTTON, "Animal Glue and Related Protein Adhesives". Adhesion and Adhesives, eds. R. HOUWINK and G. SALOMON. 2 vols. Amsterdam: Elsevier, 1965.

KUBELKA, V., J. MITERA and P. ZACHAR. "Analysis of Spike Oil by Gas Chromatography and Mass Spectometry". J. Chrom., 74 (1972) 195-199.

LAFONTALNE, R.H. "Decreasing the Yellowing Rate of Dammar Varnish Using Antioxidants". Studies in Conservation, Vol. 24 (1979) 14-22.

-------------------- . "Effect of Irganox 565 on the Removability of Dammar Films". Studies in Conservation, Vol. 24 (1979) 179-180.

LANGENHEIM, J.H. and C.W. BECK. "Infrared Spectra as a Means of Determining Botanical Sources of Amber". Science, 149 (1965) 52-55.

LAURIE, A.P. The Painters, Methods and Material. New York: Dover Public., 1967.

LAURIE, A.P. "The Refractive Index of a Solid Film of Linseed Oil: Rise in Refractive Index With Age". Proceeding of the Royal Soc. London, A 159 (1937) 123-133.

-------------------- . The Technique of the Great Painters. London: Carroll and Nicholson, 1949.

MAJEWSKI, L.J. "Note on Salt Crystals Found in a Water Color". Bull. IIC. Amer. Group, Vol. 10 N°1 (1969) 20.

MANTELL, C.I., C.W. KOPF, J.L. CURTIS and E.M. ROGERS. The Technology of Natural Resins. New York: J. Wiley and Sons, 1942.

MARGIVAL, F. "Le jaune d'oeuf et les peintures à la tempera". Peintures, pigments, vernis, 43, N°1 (1967) 48-53.

-------------------- . Peintures, pigments, vernis, 41 (1965) 256.

MARIJNISSEN, R.H. Dégradation, conservation et restauration de l'oeuvre d'art. 2 vols. Brussels: Arcade, 1967.

MARTENS, C.R. Emulsions and Water-Soluble Paints and Coatings. New York and London: Reinhold Corp., 1964.

MARTIN, E. "Some Improvements in Techniques of Analysis of Paint Media". Studies in Conservation, Vol. 22 (1977) 63-67.

MASSCHELEIN-KLEINER, L. "An Improved Method for the Thin-layer Chromatography of Media in Tempera Paintings". Studies in Conservation, Vol. 19 (1974) 207-211.

-------------------- . "Contribution to the Study of Aged Proteinaceous Media". Conservation and Restoration of Pictorial Art , eds. N. BROMMELLE AND P. SMITH. London, Boston: Butterworth, 1976.

-------------------- , J. HEYLEN and F. TRICOT-MARCKX. "Contribution à l'analyse des liants, adhésifs et vernis anciens". Studies in Conservation, Vol. 13 (1968) 105-121 and references cited therein.

-------------------- , and P. TAETS. "Contribution to the Study of Natural Resins in the Art". ICOM Committee for Conservation, 6th Triennial Meeting, Ottawa (1981), 81/16/3.

MATHEWS, A.C.B. "Grinding". J. Oil Col. Chem. Assoc., 50 (1967) 407-424.

MC DOWELL, R.H., K.A. HILTON and C.T. BLOOD. "Les alginates". Cahiers CIBA 1 (1969) 1-46.

Merck Index, The. 8th ed. Rahway, U.S.A.: Merck and Co., 1968.

MILLS, J.S. "The Gas Chromatographic Examination of Paint Media. Part I. Fatty Acid Composition and Identification of Paint Films". Studies in Conservation, Vol. 11 (1966) 92-107.

-------------------- , and R. WHITE. "Natural Resins of Art and Archaeology, Their Sources, Chemistry and Identification". Studies in Conservation, Vol. 22 (1977) 12-31.

-------------------- , and R. WHITE. "The Identification of Paint Media from the Analysis of their Sterol Composition". Studies in Conservation, Vol. 20 (1975) 176-182.

NEDEY, G. "Propriétés méchaniques des films de vernis et peintures". Chimie des peintures et vernis, eds. G. CHAMPETIER and H. RABATE. 2 vols. Paris: Dunod, 1956.

NEUMAN, R.E. Archives of Biochemistry and Physics 24 (1949), and in The Proteins, eds. H. NEURATH and K. BAILEY. Vol. I. A: 222. New York: Acad. Press, 1954.

NEWMAN, A.A. Chemistry of Terpenes and Terpenoids. London and New York: Academic Press, 1972.

OESTERLE, K.M. "The Rheological Shear-Rate-Limit Method as an Aid in Paint Production". J. Oil Col. Chem. Assoc., 51 (1968) 1007-1026.

PARISELLE, H. Chimie organique spéciale et industrielle. Paris: Masson, 1955.

PAYNE, H.F. Organic Coating Technology. 2 vols. New York and London: J. Wiley, 1960.

PERSOZ, B. "Aspect optique des peintures et vernis". Physique des peintures, vernis et pigments, eds. G. CHAMPETIER and H. RABATE. 2 vols. Paris: Dunod, 1962.

-------------------- . Introduction à l'étude de la rhéologie. Paris: Dunod, 1960.

PHILIPPOT, A. and P. PHILIPPOT. "Réflexions sur quelques problèmes estétiques et techniques de la retouche". Bull. IRPA / KIK, III (1960) 170.

-------------------- , and P. PHILIPPOT. "Technique picturale et traitement", in "La Descente de croix de Rubens". Bull. IRPA / KIK, VI (1963) 7-51.

RASTI, F. and G. SCOTT. "The Effects of Some Common Pigments on the Photo-oxidation of Linseed Oil-based Paint Media". Studies in Conservation, Vol. 25 (1980) 145-156.

REMINGTON, J.S. Drying Oils, Thinners and Varnishes. London: Abacus, 1950.

ROFF, W.J. and J.R. SCOTT. Fibres, Films and Rubbers. London: Butterworth, 1971.

SMITH, F. and R. MONTGOMERY. The Chemistry of Plant Gums and Mucilages. New York, London: Reinhold Publ. Corp., 1959.

SNELL, F.D. and F.M. BIFFEN. Commercial Methods of Analysis. London: McGraw Hill, 1944.

SNEYERS, R. and N. VERONEE-VERHAEGEN. "Le Jugement dernier de Diest". Bull. IRPA / KIK, X (1967-1968) 99-120.

Société Talens en zoon. Le secret des Maîtres anciens. Apeldoorn, Netherlands: Société Talens en zoon, 1928.

STOLOW, N. "The Application of Gas Chromatography in the Investigation of Works of Art". Application of Science in Examination of Works of Art. Boston: Museum of Fine Arts, 1965.

STROBEL, H.A. Les méthodes physiques en chimie. Paris: Masson, 1962.

SUNTHANKAR S.V. and C.R. DAWSON. "The Structural Identification of the Olefinic Components of Japanese Lac Urushiol". J. Amer. Chem. Soc., 76 (1954) 5070-5074.

TAWN, A.R.H. "Physicochemical Principles of Film Formation". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 52 (1969) 814-829.

THOMPSON, D.V. The Practice of Tempera Painting. New York: Dover Public., 1962.

THOMSON, G. "Some Picture Varnishes". Studies in Conservation, Vol. 3 (1957) 64-79.

TRUAX, T.R. "The Glueing of Wood". Adhesion and Adhesives, eds. N.A. DEBRUYNE and R. HOUWINK. Amsterdam: Elsevier, 1951.

VAN ASPEREN DE BOER, J.R.J. "Reflectography of Paintings Using an Infra-red-vidicon Television System". Studies in Conservation, Vol. 14 (1969) 96-118.

VIBERT, J.G. La science de la peinture. Paris: Albin Michel, undated.

WHISTLER, R.L. and E.F. PASCHALL. Starch, Chemistry and Technology. New York: Academic Press, 1965.

WHITE, R. "An Examination of Varnish from Three 18th Century Musical Instruments". Icom Committee for Conservation, 5th Triennial Meeting, Ottawa (1981), 78/16/1.

REFERENCES

(1) GRANDOU P. and P. PASTOUR, eds. Peintures et vernis. (Paris, 1966).

(2) S.M. ALEXANDER, "Toward a History of Art Materials". IIC Art and Archaeology Technical Abstracts, Vol. 7 N°3 (1969), pp. 123-161; idem, Vol. 7 N°4 (1969), pp. 201-216; idem, Vol. 8 N°1 (1970-1971), pp. 155-174.

(3) C. DALBON, Les origines de la peinture à huile. (Paris, 1904).

(4) R. SNEYERS and N. VERONEE-VERHAEGEN, "Le Jugement dernier de Diest", Bull. IRPA / KIK, X (1967-1968), 99-120.

(5) P. COREMANS, R.J. GETTENS and J. THISSEN, "La technique des Primitifs flamands", Studies in Conservation, Vol. 1 (1952), pp. 3-29.

(6) G. CHAMPETIER and H. RABATE, eds. Physique des peintures, vernis et pigments (Paris, 1962).

(7) G. GENIN, "Emulsions et suspensions, phénomènes superficiels, mouillage", op. cit. (6), Chapter VI, Vol. 2, pp. 1-33.

(8) C.R. MARTENS, Emulsions and Water-Soluble Paints and Coatings, (New York and London, 1964).

(9) H.A. GARDNER and G.G. SWARD, Physical and Chemical Examination of Paints, Varnishes, Lacquers and Colors (Maryland, 1947), p. 280.

(10) M. HAVEL, La technique du tableau (Paris, 1974), p. 36.

(11) H.F. PAYNE, Organic Coating Technology (New York and London, 1960), Vol. II, p. 740.

(12) A.C.B. MATHEWS, "Grinding", J. Oil Col. Chem. Assoc., 50 (1967), pp. 407-424.

(13) B. PERSOZ, Introduction à l'étude de la rhéologie (Paris, 1960).

(14) R.L. FELLER, N. STOLOW and E.H. JONES, On Picture Varnishes and Their Solvents (Cleveland, 1971).

(15) K.M. OESTERLE, "The Rheological Shear-Rate-Limit Method as an Aid in Paint Production", J. Oil Col. Chem. Assoc., 51 (1968), pp. 1007-1026.

(16) A. PHILIPPOT and P. PHILIPPOT, "Réflexions sur quelques problèmes estétiques et techniques de la retouche", Bull. IRPA / KIK, III (1960), 170.

(17) A. PHILIPPOT and P. PHILIPPOT, "Technique picturale et traitement", in "La Descente de croix de Rubens", Bull. IRPA / KIK, VI (1963), 7-51.

(18) M. HAVEL, op. cit. (10), p. 42.

(19) G. GENIN, op. cit. (7), p. 27.

(20) C.L. EASTLAKE, Methods and Materials of Painting of the Great Schools and Masters (New York, 1960).

(21) G. GENIN, op. cit. (7), p. 30.

(22) A. FLAMM, "Prise d'huile et concentration critique", Peintures, pigments, vernis, 49 (1973), pp. 129-138.

(23) C. GRENET-DELISLE, "Gonflement, perméabilité, résistance à l'eau et aux agents chimiques", op. cit. (6) chap. IX, p. 309.

(24) J.G. HOOGERBEETS, "The Efficient Use of Titanium Dioxide Pigments in Organic Coatings", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 54 N° 12 (1971), pp. 1162-1171.

(25) P. GRANDOU and P. PASTOUR, eds., op. cit. (1) "Pigments", pp. 741-803.

(26) F. MARGIVAL, "Prise d'huile (et d'essence)", Peintures, pigments, vernis, 41 (1965), p. 256.

(27) A.V. BLOM, Organic Coatings in Theory and Practice, (Amsterdam 1949).

(28) P. GRANDOU and P. PASTOUR, eds., op. cit. (1), p. 653.

(29) A.R.H. TAWN, "Physicochemical Principles of Film Formation", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 52 (1969), pp. 814-829.

(30) R. KATZ and B.F. MUNK, "The Influence of the Solvent and of the Substrate on the Water Vapour Permeability of Films", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 52 (1969), pp. 418-432.

(31) R.L. FELLER, op. cit. (14), Part III, "Resins and the Properties of Varnishes", p. 140.

(32) S. KECK, "Mechanical Alteration of the Paint Film". Studies in Conservation, Vol. 14 (1969), pp. 9-30.

(33) C. BONDY and M.M. COLEMAN, "Film Formation and Film Properties Obtained with Acrylic, Styrene / acrylic and Vinyl Acetate Veova Copolymer Emulsions", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 53 (1970), pp. 555-577.

(34) P. GRANDOU and P. PASTOUR, eds., op. cit. (1), p. 654.

(35) A.V. BLOM, op. cit., (27), p. 237.

(36) G.H. HUTCHINSON, "Molecular Models from Pipe-Cleaners", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 52 (1969), pp. 743-749.

(37) G.H. HUTCHINSON, "Some Aspects of Drying Oil Technology", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 56 (1973), pp. 44-53.

(38) P. GRANDOU and P. PASTOUR, eds., op. cit. (1), p. 885.

(39) N. STOLOW in (14) Part II, "Solvent Action", p. 54.

(40) B. PERSOZ, op. cit. (6), Chapter V, "Aspect optique des peintures et vernis", pp. 201-408.

(41) J.H. COLLING, W.E. CRACKER and J. DUNDERDALE, "An Investigation Into the Relationship Between the Nature of Surface Dafects and Gloss", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 49 (1966), pp. 521-546.

(42) W.E. CRACKER and F.D. ROBINSON, "The Effect of Pigment Volume Concentration and Film Thickness on the Optical Properties of Surface Coatings", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 50 (1967), pp. 111-113.

(43) M. CAMINA, "Measurements of the Fading of Pigments in Relation to the Loss of Opacity", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 51 (1968), pp. 14-26.

(44) R.L. FELLER, "Factors Affecting the Appearance of Picture Varnish", Science, 125 (1957), pp. 1143-1144.

(45) R.L. FELLER and J.L. KOSTICH, "Critical Pigment Volume Concentration and Chalking", Bulletin IIC Amer. Group, Vol. 5 N°1 (1964), pp. 25-26.

(46) R.M. JOHNSTON and R.L. FELLER, "Optics of Paint Films: Glazes and Chalking", in Application of Science in Examination of Works of Art (Boston, 1965), pp. 86-95.

(47) R.L. FELLER, "Problems in Retouching: Chalking of Intermediate Layers", Bull. IIC Amer. Group, Vol. 7 N°1 (1966), pp. 32-34.

(48) J.H. COLLING and T.M. WILKINSON, "Implications of the Paint Film Contraction Theory for Comparisons of Accelerated and Natural Weathering Results", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 58 (1975), pp. 377-388.

(49) G.V. GHILL, "The Mechanism of the Formation of Crystalline Bloom on Paint Films", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 57 (1974), pp. 342-344.

(50) L.J. MAJEWSKI, "Note on Salt Crystals Found in a Water Color", Bull. IIC Amer. Group , Vol. 10 N°1 (1969), p. 20.

(51) G. THOMSON, "Some Picture Varnishes", Studies in Conservation, Vol. 3 (1957), pp. 64-79.

(52) E. DE WITTE, "The Influence of Light on the Gloss of Matt Varnishes", ICOM Committee for Conservation (1975) Venice, 75/22/6.

(53) R.H. MARIJNISSEN, Dégradation, conservation et restauration de l'oeuvre d'art (Brussels, 1967), pp. 124, 149.

(54) C.H. GILES, A Laboratory Course in Dyeing (Bradford, U.K., 1971) pp. 18-20.

(55) P. COREMANS and J. THISSEN, "Composition et structure des couches originales", in "La Descente de croix de Rubens", Bull. IRPA / KIK, V (1962), 119-127.

(56) H.A. STROBEL, Les méthodes physiques en chimie (Paris, 1962), p. 203.

(57) P. COREMANS, "Les rayons infrarouges", Bull. des Musées Royaux d'Art et d'Histoire , 4 (1938), pp. 87-91.

(58) A.P. LAURIE, "The Refractive Index of a Solid Film of Linseed Oil: Rise in Refractive Index With Age". Proceeding of the Royal Soc. London, A 159 (1937), 123-133.

(59) S.R. JONES, "Physics and Painting", Bull. Inst. Physics (1960), 157-165.

(60) B.E. HULME, "Some Aspects of the Pigmentation on U.V. Curable Systems", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 59 (1976), pp. 245-252.

(61) W. CARR, "Optical Properties of Films". J. Oil and Col. Chem. Assoc., 59 (1976), pp. 443-452.

(62) R.H. MARIJNISSEN, op. cit. (53), p. 76.

(63) A. PHILIPPOT and P. PHILIPPOT, op. cit. (17), p. 22.

(64) G. NEDEY, "Propriétés méchaniques des films de vernis et peintures", Chimie des peintures et vernis (Paris, 1956), Vol. II, Chapter VIII, pp. 75-292.

(65) G. GUINIER and R. GUIMBAL, Chimie (Paris, 1965), pp. 64-70.

(66) R.L. FELLER, "Hardness and Flexibility of Natural and Synthetic Varnishes", The Museum News (1952), pp. 107-108.

(67) G.F., BEAL, H.V. ANDERSON and J.S. LONG, "X-Ray Study of Some Natural and Synthetic Varnish Resins", Ind. Eng. Chem., 24 (1932), pp. 1068-1072.

(68) A.C. ELM, "Some Mechanical Properties of Paint Films", Official Digest (1953), pp. 751-774.

(69) H.W. CHATFIELD, The Science of Surface Coatings (London, 1962) p. 447.

(70) N.A. DE BRUYNE and R. HOUWINK, eds. Adhesion and Adhesives. (Amsterdam, 1951).

(71) P.T. BROWN and E.W. GARNISH, "Adhesion as a Factor in the Performance of Surface Coatings", J. Oil and Col. Chem. Assoc., 50 (1967), pp. 331-354.

(72) R. HOUWINK and G. SALOMON, eds. Adhesion and Adhesives. (Amsterdam, 1965).

(73) H. PARISELLE, Chimie organique spéciale et industrielle (Paris, 1955).

(74) The Merck Index. 8th ed. (Rahway, NJ, U.S.A., 1968).

(75) G.D. HISCOX, H.E. EIGENSON and T. O'CONNOR SLOANE. Adapted by J. JOUSSET, 3000 procédés et formules (Paris, 1959).

(76) E. ANDRE, "Les corps gras", Collection Que sais-je? (Paris, 1950).

(77) Société Talens en zoon, Le secret des Maîtres anciens (Apeldoorn, Netherlands, 1928).

(78) C. LITCHFIELD, Analysis of Triglycerides (New York and London, 1972).

(79) J.S. MILLS, "The Gas Chromatographic Examination of Paint Media. Part I. Fatty Acid Composition and Identification of Paint Films". Studies in Conservation, Vol. 11 (1966), pp. 92-107.

(80) F.D. SNELL and F.M. BIFFEN, Commercial Methods of Analysis, (London, 1944) pp. 338-366.

(81) R.H. MARIJNISSEN, op. cit. (53), Vol. I, p. 149.

(82) J.G. VIBERT, La science de la peinture (Paris, undated).

(83) R.H. MARIJNISSEN, op. cit. (53), Vol. I, p. 142.

(84) A.P. LAURIE, The Painters, Methods and Material (New York, 1967) p. 133.

(85) H. BENNETT, Industrial Waxes (New York, London, 1965).

(86) E. DE WITTE, Unpublished study.

(87) L.F. FIESER and M. FIESER, Steroids (New York, London, 1959).

(88) R.P. COOK, Cholesterol (London, 1958).

(89) J.S. MILLS and R. WHITE. "The Identification of Paint Media from the Analysis of their Sterol Composition", Studies in Conservation, Vol. 20 (1975), pp. 176-182.

(90) F. SMITH and R. MONTGOMERY, The Chemistry of Plant Gums and Mucilages (New York, London, 1959).

(91) F. FLIEDER, "Mise au point des techniques d'identification des pigments et des liants inclus dans la couche picturale des enluminures de manuscrits". Studies in Conservation, Vol. 13 (1968), pp. 49-86.

(92) R.L. WHISTLER and E.F. PASCHALL, Starch, Chemistry and Technology (New York, 1965).

(93) R. HOUWINK and G. SALOMON, eds., op. cit. (72), p. 171.

(94) R.H. MC DOWELL, K.A. HILTON and C.T. BLOOD, "Les alginates", Cahiers CIBA, 1 (1969), pp. 1-46.

(95) S.W. FOX and J.F. FOSTER, Introduction to Protein Chemistry (New York, 1957).

(96) A.M. KRACH and J. WOOTTON, "Animal Glue and Related Protein Adhesives", in Adhesion and Adhesives, eds. R. HOUWINK and G. SALOMON (Amsterdam, 1965), Vol. I, pp. 141-146.

(97) T.R. TRUAX, "The Glueing of Wood", in Adhesion and Adhesives, eds. N.A. DEBRUYNE and R. HOUWINK (Amsterdam, 1951), p. 149.

(98) W.J. ROFF and J.R. SCOTT, Fibres, Films and Rubbers (London, 1971).

(99) R. HOUWINK and G. SALOMON, eds., op. cit. (72), p. 164.

(100) R.E. NEUMAN, "Amino acid composition of gelatins, collagens and elastins from different sources", Archives of Biochemistry and Physics, 24 (1949), p. 289 and in The Proteins, eds. H. NEURATH and K. BAILEY, Vol. I.A (New York, 1954) p. 222.

(101) R. HOUWINK and G. SALOMON, eds., op. cit. (72), p. 162.

(102) A.V. BLOM, op. cit. (27), p. 78.

(103) M. HAVEL, op. cit. (10), p. 57.

(104) A.P. LAURIE, The Technique of the Great Painters (London, 1949), p. 19.

(105) D.V. THOMPSON, The Practice of Tempera Painting (New York, 1962).

(106) M. DOERNER, The Materials of the Artists (London, 1949).

(107) L. MASSCHELEIN - KLEINER, J. HEYLEN and F. TRICOT - MARCKX, "Contribution à l'analyse des liants, adhésifs et vernis anciens", Studies in Conservation, Vol. 13 (1968), pp. 105-121 and references cited therein.

(108) L. MASSCHELEIN-KLEINER, "Contribution to the Study of Aged Proteinaceous Media", in Conservation and Restoration of Pictorial Art, eds. N. BROMMELLE and P. SMITH (London, Boston, 1976).

(109) L. MASSCHELEIN-KLEINER, "An Improved Method for the Thin-layer Chromatography of Media in Tempera Paintings", Studies in Conservation, Vol. 19 (1974), pp. 207-211.

(110) L. KOCKAERT, "Note sur les émulsions des Primitifs flamands". Bulletin IRPA / KIK, XIV (1973-1974) pp. 133-139.

(111) S. KECK and T. PETERS, "Identification of Protein-Containing Paint Media by Quantitative Aminoacid Analysis", Studies in Conservation, Vol. 14 (1969), pp. 75-82.

(112) M. JOHNSON and E. PACKARD, "Methods Used for the Identification of Binding Media in Italian Paintings of the 15the and the 17th Centuries", Studies in Conservation, Vol. 16 (1971), pp. 145-164.

(113) M.C. GAY, "Essais d'identification et de localisation des liants picturaux par des colorations spécifiques sur coupes minces", Annales du laboratoire de recherches des Musées de France (1970), pp. 8-24.

(114) E. MARTIN, "Some Improvements in Techniques of Analysis of Paint Media", Studies in Conservation, Vol. 22 (1977), pp. 63-67.

(115) N. STOLOW, "The Application of Gas Chromatography in the Investigation of Works of Art" in Application of Science in Examination of Works of Art, (Boston, 1965) pp. 172-183.

(116) M. HAVEL, op. cit. (10), p. 59.

(117) F. MARGIVAL, "Le jaune d'oeuf et les peintures à la tempera", Peintures, Pigments, Vernis, 43, N°1 (1967), pp. 48-53.

(118) M. HAVEL, op. cit. (10), p. 61.

(119) M. HAVEL, op. cit. (10), p. 60.

(120) C.I. MANTELL, C.W. KOPF, J.L. CURTIS and E.M. ROGERS, The Technology of Natural Resins (New York, 1942).

(121) T.H. BARRY, Natural Resins (London, 1932).

(122) J. SIMONSEN, The Terpenes (Cambridge U.K., 1961).

(123) J.S. MILLS and R. WHITE, "Natural Resins of Art and Archaeology, Their Sources, Chemistry and Identification", Studies in Conservation, Vol. 22 (1977), pp. 12-31.

(124) J.S. REMINGTON, Drying Oils, Thinners and Varnishes, (London, 1950).

(125) V. KUBELKA, J. MITERA and P. ZACHAR, "Analysis of Spike Oil by Gas Chromatography and Mass Spectometry", J. Chrom., 74 (1972), pp. 195-199.

(126) A.A. NEWMAN, Chemistry of Terpenes and Terpenoids, (London, New York, 1972), p. 193.

(127) P. GRANDOU and P. PASTOUR, eds., op. cit. (1), p. 216.

(128) R.H. MARIJNISSEN, op. cit. (53) II. p. 367; I, p. 78.

(129) J.H. LANGENHEIM and C.W. BECK, "Infrared Spectra as a Means of Determining Botanical Sources of Amber", Science, 149 (1965), pp. 52-55.

(130) ANONYMOUS, "Les laques liants", Peintures, pigments, vernis, 41, fiche technique N°3 (1965), pp. 377-378.

(131) S.V. SUNTHANKAR and C.R. DAWSON, "The Structural Identification of the Olefinic Components of Japanese Lac Urushiol", J. Amer. Chem. Soc., 76 (1954), pp. 5070-5074.

(132) ANONYMOUS, "Les frères Martin", Peintures, Pigments et Vernis, 41, (1965), pp. 374-376.

(133) M. BRUN-THARAUD, "Les laques d'Extrême-Orient", Peintures, Pigments, vernis, 41, (1965), pp. 543-552.

(134) N. HEATON, Outlines of Paint Technology (London, 1947), p. 300.

(135) V.S. CHAUMAN, N. SRIRAM and G.B.V. SUBRAMANIAN, "Chromatographic Separation of the Alkaline Hydrolysis Products of Shellac", J. Chrom., 84 (1973), pp. 51-58.

(136) W.J. ROFF and J.R. SCOTT, op. cit. (98), p. 237.

(137) H. PARISELLE, op. cit. (73), p. 4.

(138) I. ELSKENS, "L'enduit au goudron de bois", in "La Descente de croix de Rubens", Bull. IRPA / KIK, V (1962), pp. 154-161.

(139) R.J. FORBES, Studies of Ancient Technology, Vol I (Leiden, Netherlands, 1955), pp. 1-120.

(140) R.J. GETTENS and G.L. STOUT, Painting Materials, (New York, 1966), p. 94.

(141) J.R.J. VAN ASPEREN DE BOER, "Reflectography of Paintings Using an Infra-red-vidicon Television System", Studies in Conservation, Vols. 14 (1969), pp. 96-118.

(142) G. CHAMPETIER and H. RABATE, eds., op. cit. (6) vol 2, p. 307.

(143) P. GRANDOU and P. PASTOUR, eds., op. cit. (1) p. 233.

(144) E. DE WITTE, "The Protection of Silverware with Varnishes", Bull. IRPA / KIK, XIV (1973-1974), 140-151.

(145) A. KARPOWICZ, "Ageing and Deterioration of Proteinaceous Media", Studies in Conservation, Vol. 26 (1981), pp. 153-160.

(146) F. RASTI and G. SCOTT, "The Effects of Some Common Pigments on the Photo-oxidation of Linseed Oil-based Paint Media", Studies in Conservation, Vol. 25 (1980), pp. 145-156.

(147) L. MASSCHELEIN-KLEINER and P. TAETS, "Contribution to the Study of Natural Resins in the Art", ICOM Committee for Conservation, 6th Triennial Meeting, Ottawa (1981), 81/16/3.

(148) R. WHITE, "An Examination of Varnish from Three 18th Century Musical Instruments", ICOM Committee for Conservation, 5th Triennial Meeting, Ottawa (1981), 78/16/1.

(149) R.H. LAFONTAINE, "Decreasing the Yellowing Rate of Dammar Varnish Using Antioxidants", Studies in Conservation, Vol. 24 (1979), pp. 14-22.

(150) R.H. LAFONTAINE, "Effect of Irganox 565 on the Removability of Dammar Films", Studies in Conservation, Vol. 24 (1979), pp. 179-180.